

Hochschule Anhalt (FH)

Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung

# Bachelorarbeit

---

Die Rolle der nachwachsenden Rohstoffe als Beitrag zur  
Sicherung der Lebensmittelressourcen in Abhängigkeit der  
weltweit wachsenden Bevölkerung

vorgelegt von: Kristina Poppe

geboren am: 29.09.1988

Studiengang: Bachelor Ökotrophologie

1. Gutachter: Prof. Dr. Wolfram Schnäckel

2. Gutachter: Dr. Janet Krickmeier

Bernburg, 10. November 2016

## Inhalt

<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>II</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>3</b>
<b>0. Bibliografische Beschreibung .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Problem- und Zielstellung .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Aktuelle Lage der globalen Nahrungsmittelversorgung .....</b>	<b>3</b>
2.1 Die Bedeutung der tropischen und subtropischen Nutzpflanzen.....	3
2.1.1 Weizen .....	4
2.1.2 Wasserreis.....	5
2.1.3 Mais .....	6
2.1.4 Zukünftige Entwicklungen bei der Nahrungsmittelversorgung .....	6
2.2 Die aktuelle Lage der Ressourcenverfügbarkeit.....	9
2.3 Nachhaltigkeit der Anbauflächen im Ackerbau .....	10
<b>3. Demografische Entwicklung.....</b>	<b>11</b>
3.1 Globale Entwicklung.....	11
3.2 Auswirkungen auf die Nahrungsmittelversorgung .....	14
3.3 Entwicklung der europäischen Gemeinschaft .....	16
<b>4. Die Rolle der nachwachsenden Rohstoffe .....</b>	<b>17</b>
4.1 Definition und Nutzen.....	17
4.2. Die zukünftige Rolle der Pflanzen als nachwachsende Rohstoffe .....	20
4.3 Überblick über die wichtigsten agrarischen Rohstoffe.....	21
4.3 Problemlage und derzeitiger Stand .....	25
<b>5. Bedeutung der nachwachsenden Rohstoffe aus Sicht der     Forschungsförderung .....</b>	<b>27</b>

<b>6. Landwirtschaftliche Bedeutung</b> .....	<b>30</b>
<b>7. Landwirtschaftliche Maßnahmen für mehr Effizienz auf dem Acker</b> .....	<b>33</b>
7.1 Die Suche nach Kältegenen im Mais am Beispiel der Temperatur.....	34
7.2 Die Suche nach Pflanzen mit erhöhter Fitness für Dürrezeiten am Beispiel der Trockenheit .....	35
7.3 Die Erhöhung der Widerstandskraft von Pflanzen am Beispiel von Krankheiten.....	37
7.4 Maßnahmen um Giftstoffe im Weizen zu reduzieren.....	38
<b>8. Einsatz und Züchtung von Industriepflanzen</b> .....	<b>39</b>
8.1 Entwicklungen aus Produkt- orientierter Sicht .....	39
8.2 Entwicklungen die sich am Nutzer orientieren .....	42
8.3 Entwicklungen durch umwelttechnische Fortschritte .....	43
<b>9. Der Einsatz von Bio- und Gentechnik für neue landwirtschaftliche Produktionsbereiche</b> .....	<b>44</b>
9.1 Der Einsatz der Gentechnik zur Qualitätssteigerung am Beispiel Raps ..	46
9.2 Technologie-orientierte Entwicklungen beim Raps .....	49
<b>10. Die Förderung der internationalen Nachhaltigkeit</b> .....	<b>49</b>
10.1 Globale Krankheitsbilder und Agrarwende .....	49
10.2 Nachhaltige und gerechte Lebensmittelstandards .....	51
10.3 Die Rolle der Umweltzeichen am Beispiel des Blauen Engels .....	54
<b>11. Maßnahmen für eine umweltgerechte Entwicklung</b> .....	<b>55</b>
<b>12. Weitere Maßnahmen und Perspektiven zur Sicherung der Lebensmittelressourcen</b> .....	<b>57</b>
<b>13. Schlussfolgerung und Zusammenfassung</b> .....	<b>58</b>
<b>14. Literaturverzeichnis</b> .....	<b>62</b>



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Historische Entwicklung der Weltbevölkerung .....	12
Abbildung 2: Vermeidung der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland im Jahr 2011 .....	25
Abbildung 3: Anbau der nachwachsenden Rohstoffe in Deutschland .....	32
Abbildung 4: Nachwachsende Rohstoffe und deren Anbauflächen in Deutschland ...	33
Abbildung 5: Der weltweite Anstieg des Zuckerkonsums .....	41

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Ertrag und Qualität der Proteinpflanzen .....	22
Tabelle 2: Vergleich von Strohertrag und Faseranteil bei den Faserpflanzen .....	22
Tabelle 3: Produktlinie Stärke .....	42
Tabelle 4: Erforderliche Schritte und Beteiligte für die Aufstellung einer Produktlinie	42
Tabelle 5: Beachtung des Blauen Engels beim Kauf von Produkten .....	55

## Abkürzungsverzeichnis

BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
ITC	International Trade Centre
OECD	Final report on private standards

## **0. Bibliografische Beschreibung**

**Kristina Poppe**

**Die Rolle der nachwachsenden Rohstoffe als Beitrag zur Sicherung der Lebensmittelressourcen in Abhängigkeit der weltweit wachsenden Bevölkerung**

**2016 / 74 Seiten / 5 Tabellen / 5 Abbildungen**

**Bernburg**

**Hochschule Anhalt**

**Anhalt University of Applied Sciences**

**Fachbereich: Landwirtschaft / Ökotropologie / Landschaftsentwicklung**

### **Autorreferat**

*„Weltweit, insbesondere in den Industrie-, aber auch in den Schwellenländern, hat sich Ernährung zu einem gravierenden gesundheitlichen und gesellschaftlichen Problem entwickelt.“ (Ploeger et al.2011, S. 187)*

Basierend auf diesem Zitat untersucht die vorliegende Arbeit die Thematik der steigenden Rohstoff- bzw. Lebensmittelnachfrage in Abhängigkeit der weltweit wachsenden Bevölkerung. Die daraus resultierenden Auswirkungen, insbesondere für die landwirtschaftlichen Nutzflächen und der Frage nach der Verfügbarkeit von Anbauflächen, werden nachfolgend umfassend dargestellt. Bereits vorliegende Analysen und Studien zum aktuellen Ressourcenverbrauch vermitteln einen kurzen Überblick über Knappheit oder Sättigung des Nahrungsmittelangebots. Nachfolgend wird ein Ausblick zu den künftigen Entwicklungen und Perspektiven am Nahrungsmittelmarkt gegeben und in erster Linie geht es vor allem um den Einfluss der nachwachsenden Rohstoffe und welche Rolle diese einnehmen. Der abschließende Diskussionsteil soll klären, ob durch Maßnahmen wie die der nachhaltigen Ernährungsweisen, ein Umdenken bzw. Gegensteuern erreicht werden kann.



## 1. Problem- und Zielstellung

Seither ist die Lebensmittelversorgung der Menschheit durch große Schwankungen geprägt. Im globalen Wandel der Ernährungsversorgung herrscht eine große Kluft zwischen Hunger in den Entwicklungsländern und der Problematik des Übergewichts in den Industrieländern. Grund dafür, ist das Überangebot am Lebensmittelmarkt. In Europa hält der Lebensmittelüberfluss seit gut drei Jahrzehnten an. Um den Hunger in den Entwicklungsländern zu reduzieren, müssen ökologische, ökonomische, politische und soziale Maßnahmen erarbeitet werden. Das Ziel besteht in der Sicherung der Lebensmittelversorgung. Was die Pro-Kopf-Versorgung betrifft, so liegt diese heute ca. 19 % höher als vor 30 Jahren. In den sich entwickelnden Ländern ist die Pro-Kopf-Versorgung um etwa 32 % angestiegen. Jedoch leben aktuell 10 % der Weltbevölkerung in Ländern, die eine sehr geringe Pro-Kopf-Versorgung aufweisen und kaum Fortschritte erzielen.

Aus den vorliegenden Zahlen resultiert, dass es sich bei der Thematik Ernährung, um globale Angelegenheiten handelt, da die Weltgemeinschaft als Ganzes von Produktions- und Handelsbedingungen, Umweltbelastungen, von der Verteilung der Nahrung und anderen Ressourcen betroffen ist. Wiederum handelt es sich bei globalen Problemen wie Klimawandel, zunehmende Verknappung fossiler Ressourcen und demografische Entwicklung, um Herausforderungen, die Auswirkungen auf die Ernährung haben. Diese Auswirkungen beziehen sich insbesondere auf Qualität, Menge und Verteilungsmöglichkeiten. (vgl. Gottwald/Lutzenberger 1999, S. 29)

Zielstellung der Arbeit soll es sein, die Rolle der nachwachsenden Rohstoffe näher zu beleuchten, um vorhandene Lebensmittelressourcen zu schonen und nicht weiter zu verknappen. Im Bezug darauf, wird aufgezeigt, welche Rolle die nachwachsenden Rohstoffe einnehmen, in welcher Vielfalt sie vorkommen und in welchen Bereichen sie eingesetzt und verwendet werden. Dadurch kann der zukünftige Essalltag im Zeichen von individuellen, gemeinschaftlichen, sowie globalen Anforderungen bewältigt werden. Dabei soll auch der bisherige Ressourcenverbrauch, in Anbetracht der rasant wachsenden Bevölkerung, berücksichtigt werden, um zukünftig den Bedarf aller Menschen decken zu können.

## 2. Aktuelle Lage der globalen Nahrungsmittelversorgung

### 2.1 Die Bedeutung der tropischen und subtropischen Nutzpflanzen

In der heutigen Zeit ist die Nutzung der tropischen und subtropischen Pflanzen allgegenwärtig. Dazu zählen vor allem Kaffee, Kakao, exotische Früchte aber auch pflanzliche Fette für Nahrungsmittel und Kosmetika, Futtermittel, Energiepflanzen für Biokraftstoffe, industrielle Rohstoffe wie Kautschuk und Faserpflanzen. Auch der Anbau von Arzneipflanzen erfolgt vorwiegend in den tropischen und subtropischen Regionen. (vgl. Johannes Gutenberg- Universität 2012)

Die wichtigste wirtschaftliche Bedeutung wird jedoch den Getreideprodukten zugeschrieben, da sie, bis auf wenige Ausnahmen, ein wesentlicher Bestandteil der menschlichen Ernährung sind. Somit liegt der Weltgetreideverbrauch im Jahr 1987/88 bei 47 %. (vgl. Franke 1994, S. 9) Im Jahr 2011/12 liegt dieser ebenfalls bei 47 %, wodurch ersichtlich wird, dass der Getreideverbrauch in der menschlichen Ernährung keinen nennenswerten Schwankungen unterliegt (vgl. Statista a 2016).

Anteilig betrachtet entfallen 20 % auf die Industrieländer und 72 % auf die Entwicklungsländer. Allerdings ist mit steigendem Lebensstandard der Bevölkerung ein deutlicher Rückgang des Direktverzehr von Getreideprodukten zu verzeichnen. Wenn jedoch ein Anstieg des Verzehr von tierischen Nahrungsmitteln zu erkennen ist, dann wird Getreide in großem Umfang als Leistungsfutter eingesetzt. Auch für die Industrie spielt Getreide eine entscheidende Rolle, denn der Weltverbrauch daran übersteigt die 5 % - Grenze. Er wird als Rohstoff besonders in der Stärke- und Bierproduktion verwendet.

Die drei wichtigsten Getreidearten sind Weizen, Reis, sowie Mais und liegen anteilig bei vier Fünftel an der Weltgetreideproduktion. Insgesamt betrachtet, liegt das Wachstum der Getreideproduktion fast auf dem Niveau der Bevölkerungszunahme, wobei regionale Unterschiede zu beachten sind. Obwohl eine Produktionssteigerung bei den Hauptgetreidearten zu verzeichnen ist, gibt es in den Entwicklungsländern keine sichtbare Verbesserung bei der Versorgung der Bevölkerung mit Getreide.

Daher müssen auf dem Weltmarkt große Getreidemengen gehandelt werden.

### 2.1.1 Weizen

Weizen gehört zur wichtigsten Getreideart, da davon am meisten produziert wird und sich Weizenprodukte in fast allen Ländern dieser Welt finden. Der Anbau von Weizen erfolgt im gemäßigten Klimabereich von Europa, Asien und Nordamerika. In den Entwicklungsländern wie China, Indien, Brasilien und Marokko sind deutliche Steigerungen der Weizenproduktion erkennbar. Vor allem die höheren Flächenerträge sind ein Grund für diese Zunahme.

In Europa ist mit 3,4 % der höchste, jährliche Ertragszuwachs zu verzeichnen. Sowohl in den europäischen als auch in den nordamerikanischen Ländern liegt der Verbrauch bei 60 bis 90 Kilogramm pro Kopf. In den südamerikanischen Ländern wie Chile und Argentinien übersteigt der Pro-Kopf-Verbrauch die 100 Kilogramm. In Nordafrika liegt der Verzehr bei 40 bis 60 Kilogramm. In Asien nimmt der Verzehr, trotz des auffällig hohen Reisverbrauchs, ebenfalls zu. Beim Weizenverbrauch in den Entwicklungsländern, ist ein jährliches Wachstum von 4,5 % zu verzeichnen, wobei die Stadtregionen führend sind. Was die Nutzung von Weizen betrifft, so wird dieser vorzugsweise für die menschliche Ernährung genutzt. Mit einem Anteil von etwa 20 % wird Weizen in den Industrieländern für Futterzwecke genutzt.

Im Bereich des Weizenhandels ist erkennbar, dass dieser am gesamten Getreidehandel etwa die Hälfte ausmacht, dabei wird der weltweite Handel von Weizen zu fast vier Fünftel von den Industrieländern beherrscht. Westeuropa stellt heute das wichtigste Exportgebiet dar. Die bedeutendsten Importgebiete sind Asien und Afrika. Ein Import von ca. 60 Millionen Tonnen erfolgt derzeit in die Entwicklungsländer. Die USA zählen zum wichtigsten Getreideexporteur und Frankreich erreichte den größten Zuwachs im Weizenexport.

## 2.1.2 Wasserreis

Er ist die zweitwichtigste Getreideart nach Weizen. Eine hohe Flächenproduktivität und vergleichsweise höhere Erträge begünstigen die Produktionsentwicklung, so dass ein Anstieg bei der Reisproduktion von 2,6 % zu verzeichnen ist. Dabei entfallen 70 % auf höhere Erträge und 30 % auf die Flächenausdehnung. Über die Jahre hat die Weltreisproduktion ein Wachstum von 192 % zu verzeichnen und liegt damit fast auf dem gleichen Niveau wie die Entwicklung der Weizenproduktion mit einem Wachstum von 193 %.

Bei der Mehrzahl der reisproduzierenden Länder handelt es sich jedoch um Entwicklungsländer. Vor allem in den Gebieten Asiens, die dicht besiedelt und wasserreich sind, stellt Reis das Grundnahrungsmittel dar. Asien erlangt an der Weltproduktion einen Anteil von 92 % und der jährliche Reisverbrauch in den Hauptanbaugebieten erreicht 150 Kilogramm pro Kopf und mehr. Die größten kontinuierlichen Steigerungsraten erreicht China zusammen mit Indonesien, da China der bedeutendste Reis-Produzent ist. Dagegen zählt Japan zu dem einzigen Reisproduktionsland, dessen Zahlen seit Jahrzehnten rückläufig sind.

Die USA liegen bei einem Pro-Kopf-Verbrauch von vier Kilogramm, deshalb können sie erhebliche Mengen ihrer Reisproduktion exportieren. In Ländern wie Afrika und Lateinamerika ersetzt er zunehmend solche Getreidearten wie Wurzel- und Knollenfrüchte. Hier liegt der Verbrauch, in Abhängigkeit des Lebensstandards, zwischen 30 und 50 Kilogramm pro Kopf. Afrika steht mit ca. 12 % an fünfter Stelle der Gesamtgetreideproduktion. Führende Reisproduzenten in Afrika sind Ägypten mit 27 % und Madagaskar mit 24 %.

Eine Ausweitung der Reisproduktion wird in allen klimatisch geeigneten Gebieten erkennbar. Solche Länder wie Brasilien, Kolumbien, Venezuela und Peru sind die bedeutendsten Reisproduzenten in Südamerika, während europaweit Spanien und Italien führend sind. Ein geringer Verbrauch von fünf Kilogramm pro Kopf wird den Industrieländern Europas zugeschrieben. Wird der Weltexport von Reis betrachtet, dann sind die Entwicklungsländer mit knapp 75 % daran beteiligt, am Weltimport mit über 80 %. Bei den Weltvorräten an Reis gibt es Schwankungen zwischen 45 und 55 Millionen Tonnen, wobei etwa

die Hälfte dieser Vorräte in den fünf wichtigsten Exportländern gelagert wird.

### 2.1.3 Mais

Die führende Position der Maiserzeugung nimmt Amerika ein. Die Produktion hat sich dabei in einem Zeitraum von 20 Jahren fast verdoppelt. An zweiter Position befindet sich China mit einem Zuwachs von 3,3 % und an dritter Stelle Brasilien mit einem Anstieg um das 2,4fache. Für Afrika stellt Mais mit 40 % der Gesamtgetreideproduktion die wichtigste Getreideart dar. Für die Entwicklungsländer wie Lateinamerika und Schwarzafrika ist Mais als Grundnahrungsmittel von großer Bedeutung. Dagegen ist er für die Industrieländer als Nahrungsmittel eher unbedeutend und wird deshalb hauptsächlich als Futtergetreide eingesetzt. Wie zum Beispiel in den USA, die ihn mit 89 % zu Futterzwecken verwenden. In den letzten Jahren haben die USA jedoch ihre Produktion und ihren Export, aufgrund von Absatzschwierigkeiten zurück fahren müssen.

Im Gegensatz dazu ist in den EG-Staaten ein Anstieg der Maisproduktion zu verzeichnen, wodurch ein zunehmender Anteil exportiert werden kann. Europa hat die Rolle als Nettoexporteur eingenommen, während in Asien die Nettoeinfuhr ansteigt, weil zunehmenden Exporten gleichzeitig ansteigenden Importen gegenüber stehen. Während Afrikas Importüberschuss weiter zunimmt, erreicht China einen Ausgleich was den Maisexport und -import betrifft. Allgemein betrachtet, handelt es sich bei Frankreich, China, Argentinien und den USA um die wichtigsten Exportländer, da sie 90 % der Weltexporte liefern. (vgl. Franke 1994, S. 9-13/33-37/69-71)

### 2.1.4 Zukünftige Entwicklungen bei der Nahrungsmittelversorgung

In den Entwicklungsländern zeichnet sich eine negative Tendenz ab. Durch Entwicklungshilfe und Investitionen in Plantagenkulturen werden sie zu Nettoexporteuren für die Rohstoffe, die in den Industrieländern meist ihre Verwendung als Futtermittel finden. Dadurch vollzieht sich ein Wandel bei den Entwicklungsländern, da sie von Nettoexporteuren landwirtschaftlicher

Produkte, vermehrt zu Nettoimporteuren werden. Laut Prognosen steigen zukünftig die Nettoimportzahlen von landwirtschaftlichen Produkten schneller an als die Nettoexportzahlen. Das führt dazu, dass die komplette Handelsbilanz von Agrarprodukten von einem Überschuss ins Defizit übergeht.

Aufgrund dieser Tendenz kommt es zu negativen Auswirkungen auf die Prosperität der Länder, die weiterhin besonders von den schwach ansteigenden Exportzahlen im Agrarbereich abhängig sind. Wenn in jenen Ländern steigende Import- oder sinkende Exportzahlen im Bereich der unbearbeiteten Agrarprodukte vorliegen, dann wird das Ganze durch wachsenden Export anderer Erzeugnisse mehr als ausgeglichen. Zur Gruppe dieser Länder gehört zum Beispiel Ostasien, welches in einem Zeitraum von 20 Jahren den Status der entwickelten Länder erreichen kann.

Von den möglichen nutzbaren Pflanzenarten dienen nur verhältnismäßig wenige der Verwendung als Lebensmittel. Dazu gehören Getreidearten wie Reis, Weizen, Mais und Hirse, sowie Kartoffeln, Süßkartoffeln, Maniok und Hülsenfrüchte wie Erdnüsse oder Bohnen. Für die Zukunft ist vorgesehen, dass im nächsten Jahrhundert der pflanzliche Anteil in der Ernährung mindestens erhalten bleibt, er sollte optimalerweise noch zunehmen. Der vermehrte Einsatz von Getreide, Mais, Soja und anderen pflanzlichen Rohstoffen als Tierfutter, führt dazu, dass beispielsweise zwei Kilogramm Getreide als Tierfutter für jedes Kilogramm Geflügel benötigt werden. Zieht sich diese Tendenz weiterhin fort, dann wird ersichtlich dass der Getreidebedarf in den kommenden Jahren nicht mehr gedeckt werden kann. Die Bevölkerung der USA steigt in den nächsten vier Jahrzehnten um 9,5 Millionen Menschen an und benötigt daher mehr Getreide. Ähnlich ist es bei China, wobei hier noch mit Verlusten an Land und Wasser für nichtlandwirtschaftliche Zwecke zu rechnen ist. Bei Afrika wird erwartet, dass im Jahr 2030 etwa 250 Millionen Tonnen Getreide nötig sind, um den Bedarf zu decken. Das Gleiche gilt für Länder wie Iran, Ägypten oder Mexiko, deren Bevölkerung aller Voraussicht nach ansteigen wird. Eine zukünftige Lösung besteht darin, dass von den verschiedenen Pflanzenarten nur noch ein Bruchteil genutzt wird und dass eine systematische Erschließung der Vielfalt der pflanzlichen Angebote vollzogen wird. Ebenso wichtig ist die

Entwicklung einer regional, dem Pflanzenangebot angepasste Land- und Lebensmittelwirtschaft. Ein positives Beispiel stellt hierbei Afrika dar, da sich eine Rückkehr zu alten, einheimischen Nahrungsquellen und Ernteerzeugnissen abzeichnet, die bisher nicht erschöpfend erforscht wurden. (vgl. Gottwald/Lutzenberger 1999, S. 32-33/49-52)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass zahlreiche, landwirtschaftliche Entwicklungen für Europa gesehen werden, wenn folgende Maßnahmen umgesetzt werden. Wenn beispielsweise ein Überangebot an Weizen oder Gerste besteht, dann bieten sich Alternativen in der Fruchtfolge an. Der Roggenanbau führt zu verbesserten Zuckerrübenenerträgen. Dadurch werden auch Krankheiten gemildert, die mit dem Befall von Blatt, Halm und Ähre zu kämpfen haben. Erfolgt der Anbau von Erbsen und Ackerbohnen, dann kann auf den teuren mineralischen Dünger verzichtet werden, da diese Pflanzen den Stickstoff der Luft binden können. Der Kartoffelanbau führt zu einer Lockerung des Bodens, so dass die nachfolgende Getreidesaat oftmals ohne den Einsatz des energieaufwendigen Pflügens auskommt. Wenn der Winterraps bis Ende August gesät wird und beinahe ein komplettes Jahr auf der Fläche steht, Dann wird der Boden vor Sonne und Regen geschützt. Bei dieser Veranschaulichung wird erkennbar, dass diese Produkte einerseits zu einer höheren Vielfalt des Angebots auf dem Markt beitragen und andererseits auch die Fruchtbarkeit des Bodens fördern. Eine Vielzahl an möglichen Kombinationen gibt es auch für die tropischen und subtropischen Regionen. Die Palette reicht von der gemischten Wald- und Landwirtschaft, über durch Baumreihen getrennte Einzelfelder, bis hin zum Misanbau, wobei über 20 Baum- und Strauchsorten auf den Kakaofeldern der westafrikanischen Kleinbauern verwendet werden. Mit derartigen Konzepten wäre eine Erhöhung der Gesamtproduktivität möglich. (vgl. Spangenberg 1991, S. 162)

## 2.2 Die aktuelle Lage der Ressourcenverfügbarkeit

Allgemein betrachtet, geht es um natürliche Ressourcen, wobei man zwischen erschöpflichen und erneuerbaren bzw. regenerierbaren Ressourcen unterscheidet.

- Zu den erschöpflichen Ressourcen gehört ein, von der Erde bereitgestellter, fester Gesamtbestand, wie die mineralischen Rohstoffe einerseits (z.B. Uran und Kupfer) und die traditionellen Energieträger (wie z.B. Öl, Kohle oder Erdgas) andererseits. Wird in der Gegenwart eine Einheit der erschöpflichen Ressource abgebaut, dann führt das in Zukunft zur Minderung von genau einer Einheit des verfügbaren Bestandes. Das bedeutet, dass Gegenwart und Zukunft komplett um die Ressourcen rivalisieren.
- Die erneuerbaren bzw. regenerierbaren Ressourcen sind abhängig vom jeweils aktuellen Ressourcenbestand und können sich auch ohne gezieltes menschliches Zutun regenerieren oder vermehren. Dazu zählen z.B. die Wald- und Fischbestände.

Aktuell verfügt die Erde nur noch über einen begrenzten Vorrat von Ressourcen, da die Menschheit zunehmend von ihnen Gebrauch genommen und gezehrt hat. Setzt sich diese Entwicklung zukünftig weiter fort, dann wird erwartet, dass der Menschheit ein böses Erwachen in dieser Hinsicht bevorsteht. Wenn die natürlichen Ressourcen erst einmal aufgebraucht sind, dann würden Produktion und Konsum komplett zusammenbrechen. Damit das verhindert wird, muss eine radikale Umstellung der Lebensweise, vorwiegend in den hochentwickelten Volkswirtschaften, erfolgen. Weiterhin müssen Untersuchungen stattfinden, um das Ausmaß einer Ressourcenverknappung zu quantifizieren. Aber auch die Sorgen um die regenerierbaren Ressourcen der Erde nehmen weiter zu. Solche Themen wie die Überfischung der Meere, die Abholzung der tropischen Regenwälder und die Reduktion der Artenvielfalt nehmen eine zentrale Rolle bei gesellschaftspolitischen Diskussionen ein. Deshalb muss in Zukunft die Schonung aller Ressourcen hinreichend gewährleistet werden und die Forderung nach einem Wirtschaften, das auf eine



nachhaltige Entwicklung abzielt, wird immer lauter. (vgl. Endres/Querner 2000, S. 2-3/7/Vorwort)

Im Hinblick auf die Sicherung der Lebensmittelressourcen, spielen vor allem die natürlichen Ressourcen wie Boden, Wasser und Luft eine tragende Rolle, um die Versorgung der Menschheit weiterhin zu gewährleisten. Da es sich bei den genannten Ressourcen, um einen von der Erde bereitgestellten, festen Gesamtbestand handelt, können diese, den erschöpflichen Ressourcen zugeordnet werden. Deshalb müssen dringend geeignete Maßnahmen getroffen werden, um diese Ressourcen zu schonen bzw. zu erhalten, damit die Produktion von Lebensmitteln auch in den nächsten Jahren sichergestellt werden kann.

### 2.3 Nachhaltigkeit der Anbauflächen im Ackerbau

Damit die Menschheit überhaupt existieren kann, dient der Anbau von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen für Nahrungsmittel und die Intensivierung der Landnutzung als wichtigste Grundlage für eine weltweite Versorgung. In Anbetracht dessen, dass die Weltbevölkerung weiterhin rasant wächst, wird dem Ackerbau eine überragende politische, wirtschaftliche und humanitäre Bedeutung zugesprochen. Die natürlichen Ressourcen, die dafür genutzt werden können, sind jedoch nur begrenzt verfügbar. Deshalb muss insbesondere die Bewirtschaftung der Böden so erfolgen, dass hohe Erträge in spezifischer Qualität erbracht und geschützt werden. Sowohl die ackerbauliche Bodennutzung als auch der Ressourcenschutz sind als Ganzes anzusehen, da dadurch eine nachhaltige Entwicklung heutiger und zukünftiger Gesellschaften möglich ist.

Die Nationen die sich wirtschaftlich gut entwickelt haben, betreiben Ackerbau heute auf hohem agrotechnischem Niveau. Da die langfristige Entwicklung mit einer verantwortungsvollen Nutzung begrenzter Ressourcen einhergeht, wird die nachhaltige Entwicklung als zukünftiges Leitbild gesehen, welche gesamtgesellschaftlich und global ausgerichtet ist. In der Landwirtschaft spricht man von den drei Säulen der Nachhaltigkeit. Es handelt sich um Ökonomie,

Ökologie und Soziales, welche weiter spezifiziert werden. An erster Stelle steht dabei die ethische Komponente. Sie zielt auf intragenerationale und intergenerationale Gerechtigkeit ab. Im Vordergrund steht hierbei nachhaltiges Wirtschaften, um die Chancengleichheit heutiger und nachfolgender Generationen zu berücksichtigen. Ein nächster wichtiger Aspekt ist die Ressourcenschonung, die auf den Erhalt der natürlichen Produktionsgrundlagen Boden, Wasser und Luft abzielt, sowie auf die Vermeidung und Verminderung von Umweltbelastungen. Im weiteren Sinne geht es dabei, um den Erhalt der biologischen Vielfalt, damit natürliche Ökosysteme möglichst gering beeinträchtigt werden. Durch die sozioökonomische Komponente soll die ökonomische Existenzfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe gesichert werden, sowie der Erhalt und die Schaffung von Beschäftigungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft. Letztendlich ist die Zielstellung, ein Gleichgewicht zwischen der Erzeugung ausreichender und qualitativ hochwertiger Nahrungsmittel und der Beeinflussung des Nahrungshaushaltes, herzustellen. Der Integrierte und der Ökologische Landbau sind dabei die beiden ausschlaggebenden Hauptrichtungen. (vgl. Diepenbrock et al. 2005, S. 121-123)

Beim integrierten Landbau geht es vor allem, um verbesserte Verfahren, wobei mit weniger Agrargiften und einer Rekultivierung von strukturbereinigten Flächen, höhere Erträge erzielt werden sollen. Im Mittelpunkt des ökologischen Landbaus stehen regenerative Potentiale für Boden, Wasser und Pflanzen und er stellt als Ganzes eine mittlere Technologie dar, wobei ein nachhaltiger Ernährungsstil berücksichtigt wird. (vgl. Gottwald/Lutzenberger 1999, S. 28)

### **3. Demografische Entwicklung**

#### **3.1 Globale Entwicklung**

Aktuell leben mehr als sieben Milliarden Menschen auf der Welt und diese Zahl steigt weiterhin an. Laut neusten Schätzungen könnten es im Jahr 2050 etwa 9,14 Milliarden Menschen sein und im Jahr 2100 bereits 10 Milliarden (siehe Abb. 1):

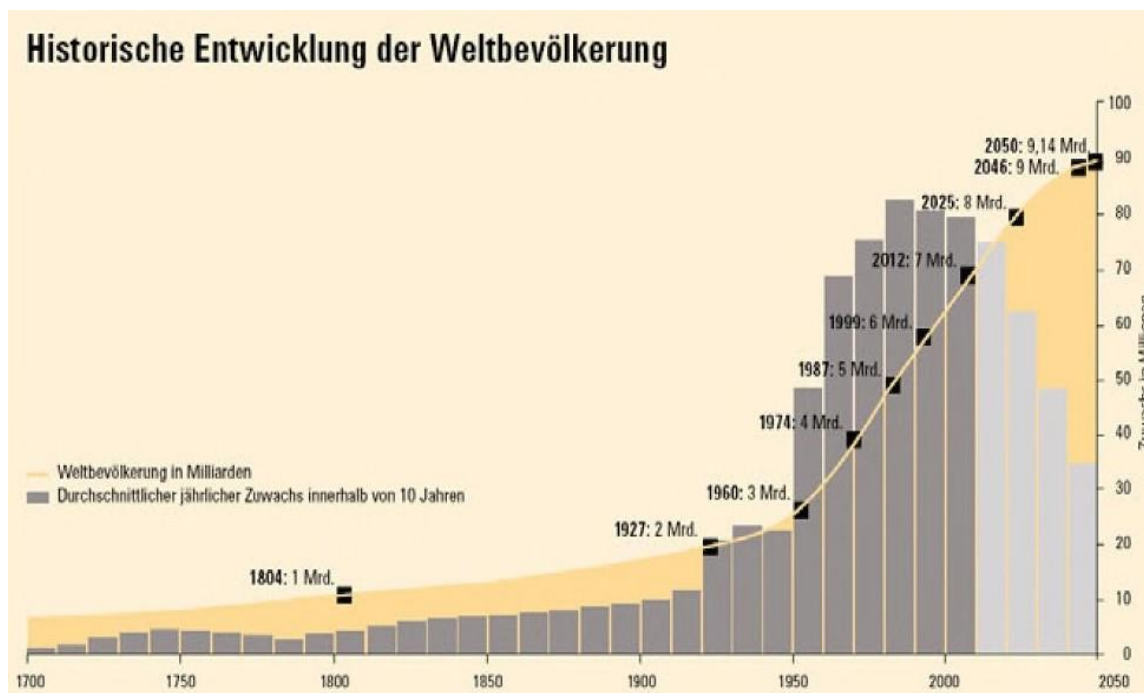


Abbildung 1: Historische Entwicklung der Weltbevölkerung

(Quelle: Ploeger et al. 2011, S. 152)

Zukünftig wird mit folgenden demografischen Entwicklungen gerechnet:

- das Durchschnittsalter steigt weiterhin an
- die Familiengröße wird sinken
- die Zahl der Haushalte wird steigen
- das Bildungsniveau steigt an
- Frauen werden häufiger berufstätig sein
- das Einkommen wird ansteigen (vgl. Bergmann 1999, S. 40)

Es betrifft vor allem die Schwellen- und Entwicklungsländer wie China, Indien und Nigeria, die einen starken Zuwachs zu verzeichnen haben. Dort soll es in den nächsten 40 Jahren einen Zuwachs von 5,7 auf fast acht Milliarden Menschen geben. (vgl. Stahl 2012 )

Demografische und ökonomische Entwicklungstendenzen lassen darauf schließen, dass in Bezug auf Produktion, Verbrauch und Handel ein Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs in den Entwicklungsländern zu verzeichnen ist. In der Summe handelt es sich um einen Anstieg von etwa 10 % und rein rechnerisch betrachtet, bedeutet dies, dass jedem Menschen täglich ca. 2700 Kilokalorien

zur Verfügung stehen. Die einzige Ausnahme bildet Afrika südlich der Sahara, da hier weiterhin ein sehr niedriger Pro-Kopf-Verbrauch erwartet wird. (vgl. Gottwald/Lutzenberger 1999, S. 29)

In Afrika leben aktuell über eine Milliarde Menschen und jährlich wächst die Bevölkerung um zwei Prozent. Durch den Bevölkerungszuwachs nimmt die jährliche Lebensmittelproduktion um 1 – 2 % zu und dadurch wird der Bedarf bis zum Jahr 2030 um etwa 20 % ansteigen. Weiterhin muss bis 2030 eine Erhöhung der globalen Nahrungsmittelproduktion um rund 50 % erfolgen, wenn der Nahrungsbedarf inklusive der erhöhten Nachfrage durch Wirtschaftswachstum, sowie veränderte Ernährungsmuster berücksichtigt werden. Seit dem Jahr 2000 liegt der Bedarfsanstieg nach Nahrungs- und Futtermitteln in den Industriestaaten bei 4 – 7 %.

Bei Agrarkraftstoffen liegt der Wert sogar bei 25 %. Da im Jahr 2050 mit mehr als neun Milliarden Menschen gerechnet werden kann, muss ein um 100 % höherer Nahrungsmittelbedarf gedeckt werden. Damit die Ernährung bis zum Jahr 2030 global gesichert werden kann, ist es notwendig 37 % an zusätzlichen Anbauflächen zur Verfügung zu stellen. Es handelt sich somit, um eine zusätzliche Fläche von 225 Millionen Hektar an fruchtbarem Land. Mit sehr geringem Aufwand können vor allem Flächen in Afrika und Lateinamerika landwirtschaftlich genutzt werden. Bei der Produktivität der weltweiten Landwirtschaft werden nur noch geringe Steigerungsraten von etwa 1,0 - 1,5 % erkennbar. Gerade in den Entwicklungsländern vollzieht sich eine Stagnation der landwirtschaftlichen Produktivität. Ursachen dafür sind die niedrigen Produktivitätszuwächse, das Ausbleiben landwirtschaftlicher Investitionen, die Vernachlässigung der internationalen Agrarforschung, der Vorrang von Export vor Nahrungsmittelsicherheit, sowie der Liberalisierungsdruck durch die Welthandelsorganisation und das Handelsabkommen.

Allgemein ist erkennbar, dass ein Bevölkerungswachstum vorwiegend in Städten stattfindet und dass es eine vermehrte Verschiebung der Bevölkerung vom Land in die Groß- und Megastädte gibt. Sogar in Ländern mit einer hohen Landbevölkerung kommt es bis 2050 dazu, dass ungefähr die Hälfte der

Bevölkerung in Städten leben wird. Vor allem in Asien wird es eine Zunahme bei Anzahl und Größe der Megastädte geben. Bedeutend ist für die städtische Bevölkerung, dass es kaum eine Möglichkeit der Selbstversorgung durch Subsistenzwirtschaft gibt und dass die Lebensmittelversorgung einkommensabhängig wird. Die traditionellen Märkte in den ländlichen Regionen werden zunehmend vom stationären Lebensmittelhandel verdrängt. Die typischen Ernährungsgewohnheiten der städtischen Lebensformen werden von der subsistenzbasierten Nahrungsmittelversorgung teilweise abgelöst.

### 3.2 Auswirkungen auf die Nahrungsmittelversorgung

In den letzten Jahren ist die Kluft zwischen Bevölkerung, Getreideernte und Ackerflächen zunehmend größer geworden. Dadurch wird die Ernährungssicherung der Weltbevölkerung immer mehr zum Problem. Aus globaler Sicht muss es deutliche Fortschritte bei den Erträgen der wichtigsten Getreidesorten und der Inproduktionsnahme zusätzlicher Ackerflächen geben, um die aktuellen Herausforderungen wie Klimawandel, Ressourcenverknappung und Ernährungssicherheit zu lösen.

Seit 1970 erfolgt ein 30 %iger Verlust der Landwirtschaftsflächen, wobei der jährliche Verlust der weltweiten Agrarflächen bei 0,2 % liegt. Verantwortlich dafür sind Gründe wie Wüstenausbreitung, Versalzung, Bodenerosion und Urbanisierung. Damit jedoch ein einziger Mensch ernährt werden kann, ist ein fruchtbarer Boden von mindestens 1.400 Quadratmeter nötig. Für die Weltbevölkerung ist jedoch ein dramatischer Rückgang des fruchtbaren Bodens pro Kopf erkennbar. Während 1960 noch 4.400 Quadratmeter Ackerland zur Verfügung standen, waren es im Jahr 2000 nur noch 2.200 Quadratmeter. Aller Voraussicht nach werden es im Jahr 2025 nur noch 1.700 Quadratmeter sein.

Auch in China reicht das verfügbare Land nicht aus, um die Bevölkerung zu ernähren. Dort wären mindestens 180 Millionen Hektar nötig um den Bedarf zu decken, es stehen aktuell jedoch nur 130 Millionen Hektar als Agrarland zur Verfügung. Die dritte Welt ist von dieser Problematik ebenfalls betroffen, dort

gehen die fruchtbaren Bodenressourcen schneller zurück als in den Industriestaaten. Die dortige Pro-Kopf-Fläche sank in zehn Jahren um rund 500 Quadratmeter. Wenn sich diese Situation in den Entwicklungsländern weiter fortsetzt, dann stehen einem Menschen für die Ernährung im Jahr 2035 gerade einmal zehn Quadratmeter, statt 1.400 zur Verfügung.

Da Ackerflächen vermehrt zu einer knappen Ressource werden, wird durch das sogenannte Land Grabbing versucht, wertvolle Böden zu sichern. Das Ziel besteht darin, die Lebensmittelerzeugung in andere Länder zu verlagern, um dortige landwirtschaftliche Ackerflächen unter Kontrolle zu bringen. Davon betroffen ist vor allem die ländliche Bevölkerung in den Entwicklungs- und Schwellenländern. Aufgrund dieser Tatsache verlieren sie ihren ausreichenden Zugang zu Boden, Wasser und weiteren Ressourcen.

Die größte Gefährdung der Ernährungssicherung liegt jedoch bei der Nutzungskonkurrenz um knapper werdende Ackerflächen, da weniger als die Hälfte der pflanzlichen Erzeugung für die menschliche Ernährung genutzt wird. Der überwiegende Teil dient der Verarbeitung zu Tierfutter oder für die Energieerzeugung. Auch der Boom der Agrokraftstoffe verschärft die Problematik der Flächen- und Nutzungskonkurrenz mit der Lebensmittelerzeugung. Es wurden beispielsweise im Jahr 2008 ca. 23 % der amerikanischen Getreideproduktion, 54 % des brasilianischen Zuckerrohrs und 60 % der europäischen Pflanzenölproduktion für Agrokraftstoffe verwendet. Aufgrund des massiven Ausbaus der pflanzenbasierten Kraftstoffe verschärft sich die Problematik des Welthungers.

Die Getreidenutzung wird sich in den nächsten fünfzehn Jahren durch den zunehmenden Futtermittelbedarf und die vermehrte Verwendung für Agroethanol weiterhin stark verändern. Aus globaler Sicht muss sich die Landwirtschaft zukünftig intensiver auf die Ernährung der Weltbevölkerung konzentrieren, da derzeitige Ertragszuwächse auf bestehenden Flächen sehr gering sind und die Umwandlung von Brach- in Ackerflächen begrenzt möglich ist. (vgl. Ploeger et al. 2011, S. 149-150/152-157)

Um vor allem die Probleme in der dritten Welt zu bekämpfen, bedarf es einiger sinnvoller Entwicklungsstrategien mit dem Schwerpunkt einer Konzentration auf die ländliche Entwicklung. Kommt es dabei zu einer Steigerung der Produktivität, dann darf diese nicht zu Lasten der Bodenfruchtbarkeit gehen. Die Weiterentwicklung des Landbaus muss durch einen gesellschaftlichen Wandel auf dem Lande erfolgen, welcher auch dazu beitragen kann, dass nicht alle Fortschritte sofort wieder dem Bevölkerungswachstum zum Opfer fallen. In Zukunft muss eine gleichmäßigere Verteilung von Einkommen und Wohlstand erzielt werden, da das dafür sorgt, dass ein entsprechendes Niveau an zahlungskräftiger Lebensmittelnachfrage erlangt werden kann. Die gemeinsame Zielsetzung für Nord und Süd besteht in erster Linie in einer ausreichenden, gesundheitsverträglichen Ernährung. Auf der anderen Seite ist eine umweltverträgliche Landwirtschaft notwendig, die sich am Nährwert, der von ihr hergestellten Nahrung orientiert. (vgl. Spangenberg 1991 S. 132-133)

### 3.3 Entwicklung der europäischen Gemeinschaft

Um regionale Entwicklungsdisparitäten in der europäischen Gemeinschaft darzustellen, gibt es zwei Indikatoren. Auf der einen Seite das Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt zu Kaufkraftparitäten als geeigneter Indikator zur Messung der ökonomischen Leistungskraft und auf der anderen Seite die Arbeitslosenquote. Die westeuropäische Integration führt zu einer Beschleunigung des Wirtschaftswachstums des Integrationsraums und fördert die Wettbewerbsfähigkeit der Europäischen Gemeinschaft auf den Weltmärkten. (vgl. Schätzl 1993, S. 19)

Die Entwicklung in Europa wird sich in den kommenden Jahrzehnten aufgrund von wenig Nachwuchs, alternder Bevölkerung und Zuwachs von Menschen aus anderen Ländern und Weltregionen stark verändern. Der Höhepunkt des Alterungsprozesses in der europäischen Gesellschaft wird in 30-40 Jahren erwartet. (vgl. Berlin-Institut 2008, S. 3)

Der Prozess der Bevölkerungsalterung stellt eines der größten Probleme dar,

da die Folgen den gesamten Staatenbund betreffen werden. Es kommt zu Auswirkungen auf die Produktivität und das Wirtschaftswachstum der EU-Staaten. Dabei führt der Bevölkerungsrückgang im arbeitsfähigen Alter insbesondere zu einem Rückgang der Wirtschaftswachstumsrate. Laut Berechnungen der Europäischen Kommission kommt es bis zum Jahr 2060 zu einem Anstieg der alterungsbedingten, öffentlichen Ausgaben um durchschnittlich  $4 \frac{3}{4}$  Prozentpunkte des BIP und in der EU. Die Bevölkerungsalterung wirkt sich regional jedoch sehr unterschiedlich auf die Haushalte der jeweiligen einzelnen Mitgliedsstaaten aus. (vgl. Stula/Linz 2010, S. 3-4)

Aktuell steigt die Bevölkerung der EU noch an, sie wird zukünftig jedoch kaum zulegen, denn für ganz Europa zeichnet sich eine Abnahme ab. In allen anderen Weltregionen, wobei Russland die Ausnahme bildet, steigen die Bevölkerungszahlen vorerst weiter an. Die Regionen von Westasien, über den Nahen Osten bis nach Nordafrika wachsen ebenso und Afrika kann bis 2050 sein demografisches Gewicht sogar verdoppeln. (vgl. Berlin-Institut 2008, S. 3)

## **4. Die Rolle der nachwachsenden Rohstoffe**

### **4.1 Definition und Nutzen**

Der Begriff der nachwachsenden Rohstoffe umfasst sowohl alle pflanzlichen, als auch tierischen Produkte, die nicht als Nahrungs- oder Futtermittel verwendet werden (vgl. Diepenbrock et al. 2005, S.247).

Sie werden entweder stofflich oder zur Erzeugung von Wärme, Strom oder Kraftstoffen genutzt (vgl. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe a 2016). Weiterhin dienen sie im Non-Food-Bereich zur Herstellung von Produktionsmitteln, industriellen Konsumgütern und zur Gewinnung von Nutzenergie. Da der Non-Food-Bereich ein dynamisches Wachstum zu verzeichnen hat, stellt er ein bedeutendes Absatzpotenzial für die Landwirtschaft dar. (vgl. Diepenbrock et al. 2005, S. 244)

Wenn das Haupternteprodukt einer angebauten Kulturart mit mehr als 50 % der Wertschöpfung im Non-Food-Bereich verwertet wird, dann wird von einer



Rohstoff- oder Energiepflanze gesprochen. Die Qualität oder Quantität von nachwachsenden Rohstoffen ist abhängig vom Genotyp innerhalb der Pflanzenart, sowie von den Bewirtschaftungsmaßnahmen im Anbauverfahren. Angebaut oder gezüchtet werden spezielle Sorten von Raps, Sonnenblumen, Hanf, Flachs oder Öllein, um die hohe, produktspezifische Syntheseverleistung zu nutzen bzw. zu verbessern. Somit liefert die Pflanze zum Beispiel unterschiedlich, angereicherte Fettsäuren, die von großer Bedeutung für die Verwendung im Lebensmittelbereich sind. Die sogenannte Energiebilanz eignet sich zur Analyse und Bewertung der Effizienz des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen. Sie ist unabhängig von ökonomischen Parametern und schließt gleichzeitig ökologische Kenngrößen ein. (vgl. Diepenbrock et al. 2005, S. 247-249)

Die nachwachsenden Rohstoffe bieten den großen Vorteil, dass bei der energetischen Nutzung weniger Treibhausgase freigesetzt werden als bei den fossilen Rohstoffen. Da sie nahezu in allen Ländern der Erde gewonnen werden und nicht endlich sind, dienen sie vor allem der Versorgungssicherheit. Ebenso positiv ist, dass die Nutzung oftmals mit Umweltvorteilen einhergeht. Vor allem in umweltsensiblen Bereichen, da daraus erzeugte Produkte häufig weniger ökotoxisch sind und die Herstellung mit weniger Energieaufwand verbunden ist. Der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen bietet zudem die Chance für ein breiteres Artenspektrum in der Landwirtschaft, da die Palette der Energie- und Rohstoffpflanzen viel größer ist, als die der vorwiegend angebauten Nahrungs- und Futterpflanzen. Wenn die Erzeugung der nachwachsenden Rohstoffe in heimischer Land- und Forstwirtschaft stattfindet, dann führt das zur Entstehung von neuen Arbeitsplätzen und die damit zusammenhängende Wertschöpfung bleibt im Land. Gerade die strukturschwachen und ländlichen Gebiete erhalten dadurch neue Perspektiven.

Die nachwachsenden Rohstoffe sind in den unterschiedlichsten Bereichen der Industrie zu finden und auch im privaten Umfeld werden sie vielfältig eingesetzt. In Bezug auf die stoffliche Nutzung gibt es ein immenses Produktspektrum. Die Palette reicht von der speicherbaren Bioenergie, die in verschiedenen Verfahren in Strom, Wärme und/oder Kraftstoffen umgewandelt wird, bis hin zu Baustoffen wie Pappe und Papier, Werkstoffe, Schmierstoffe, Zwischen- und

Endprodukte für die chemische Industrie, sowie Arzneimittel, Kosmetika; Farbstoffe, Textilien und vieles mehr. (vgl. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe a 2016)

Nachfolgend werden verschiedene Ursachen dargestellt, die zu einer vermehrten Rückbesinnung auf die nachwachsenden Rohstoffe führen:

- Die Überschusssituation bei Nahrungsmitteln wurde durch die hohe Produktivität in der modernen Landwirtschaft verursacht. Dies führte wiederum zu einer teilweisen Stilllegung der landwirtschaftlichen Nutzflächen, die jedoch für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffpflanzen genutzt werden können.
- Aufgrund der vermehrten Beanspruchung von endlichen Ressourcen, ist deren Erschöpfung absehbar.
- Durch den fortschreitenden Verbrauch von fossilen Kohlenstoffvorkommen kommt es, über den „Treibhauseffekt“, zu großklimatischen Veränderungen. Diese wirken sich primär auf die Landnutzung aus.
- Ein vergrößertes Abfallaufkommen entsteht wegen der nicht wiederverwertbaren und biologisch nicht abbaubaren Kunststoffe. Die Lösung liegt deshalb in der Verwendung von recycelbaren Naturstoffen.
- Besonders wichtig ist der Ersatz von Umwelt- und gesundheitsgefährdenden Produkten durch geeignete Bioprodukte, die sich in das Ökosystem besser einpassen.
- Wenn der Anbau von Rohstoff- und Energiepflanzen vermehrt angewendet wird, dann kann es zu einer Auflockerung in der pflanzlichen Produktion einseitiger Fruchtfolgen kommen.

Aktuelle Zahlen belegen, dass ein Anstieg beim Anbau der nachwachsenden Rohstoffe zu verzeichnen ist. Im Jahr 1998 wurden in der EU auf ca. 2,1 Millionen Hektar nachwachsende Rohstoffe angebaut. (vgl. Diepenbrock et al. 2005, S. 247) Im Jahr 2015 stiegen die nachwachsenden Rohstoffe in Deutschland auf 2,5 Millionen Hektar an, das macht ungefähr ein Fünftel der Ackerflächen aus. Auf einer Fläche von über elf Millionen Hektar wächst

zusätzlich Holz, welches einerseits für die Industrie und andererseits für die Energieversorgung eingesetzt wird. (vgl. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe a 2016) Der Energiesektor hat die größten Zuwachsraten zu erwarten, da der Anbau von Energiepflanzen eine entscheidende Rolle spielt. Dadurch ist es jedoch fraglich, ob die erforderlichen Anbauflächen für Pflanzen bereitgestellt werden können, um zukünftig eine ausreichende Lebensmittelsicherung zu gewährleisten.

#### 4.2. Die zukünftige Rolle der Pflanzen als nachwachsende Rohstoffe

Da im Voraus der Begriff der nachwachsenden Rohstoffe geklärt wurde und umfassend auf die Definition eingegangen wurde, geht es jetzt um die Darstellung, wie künftig nachhaltig, die Produktion von agrarischen Rohstoffen zur Herstellung und Sicherung von Lebensmitteln beitragen kann. Aufgrund der neuen Herausforderungen in der Welt, sind in Anbetracht der schwindenden Rohstoffreserven und des globalen Klimawandels, vor allem nachhaltige Lösungen gefragt. Dabei gibt es vielfältige Ansprüche an den Rohstoff Pflanze. Der weltweit anhaltende Bevölkerungsanstieg führt zu dem Wunsch nach hohen Erträgen aus der Landwirtschaft, um ausreichend Nahrung und Futtermittel sicherzustellen. Der Bedarf nach angepassten Pflanzensorten wird immer größer, damit bei extremen Witterungsbedingungen und sich stetig verändernden Klimabedingungen, die Ernten nicht vernichtet werden. Die Chemie- und Nahrungsmittelkonzerne wollen die nachwachsenden Rohstoffe vermehrt einsetzen, um eine Unabhängigkeit von knappen und teuren Erdölvorräten zu erreichen, aber auch um umweltschonender zu arbeiten. Auch der Ruf nach Biokraftstoffen, die eine ökologisch verträgliche Treibhausgasbilanz aufweisen, wird immer lauter. Dadurch wird ersichtlich, dass Pflanzen die nachwachsenden Rohstoffe der Zukunft sind, da sie nicht nur der Nahrungsmittelherstellung dienen, sondern auch als Biokraftstoff, Arzneimittel oder Biokunststoff eingesetzt werden. Problematisch ist jedoch, dass die erforderlichen Anbauflächen der Pflanzen, vor allem in den westlichen Industrienationen, nur in begrenztem Maß erweitert werden. Die Notwendigkeit besteht deshalb in einer Steigerung der Effizienz, sowohl aus ökonomischer als

auch aus ökologischer Sicht. Die Rolle Deutschlands besteht darin, nach neuen Ansätzen zu suchen, um die vielfältigen Anforderungen zu einer nachhaltigen Gesamtstrategie zu vereinigen. (vgl. BMBF 2008, S. 6)

### 4.3 Überblick über die wichtigsten agrarischen Rohstoffe

Allgemein gesehen gibt es bei den agrarischen Rohstoffen eine Einteilung bzw. Zusammenfassung in bestimmte Artengruppen. Die Einteilung beinhaltet folgende Kulturpflanzenarten: Getreide, Körnerleguminosen, Öl- und Faserpflanzen, Wurzel- und Knollenfrüchte, Ackerfutterpflanzen, Sonderkulturen (einschließlich Energie- und Industriepflanzen) und Dauergrünland.

- Getreide: Kulturgeschichtlich gesehen, gehört Getreide zu den ältesten Nutzpflanzen mit der größten Verbreitung in der Weltlandwirtschaft. Getreide zeichnet sich im landwirtschaftlichen Produktionssystem durch eine hohe Ertragsleistung auf der Fläche aus, einer großen Anpassungsfähigkeit an Klima und Boden, sowie einer guten Haltbarkeit des Erntegutes. In Mitteleuropa erfolgt der Anbau der Hauptvertreter wie: Weizen, Roggen, Triticale, Gerste und Hafer. Den Weizenarten wird dabei die größte Bedeutung für die menschliche Ernährung zugeschrieben. Die weltweite Weizenanbaufläche liegt bei 220-230 Millionen Hektar und die Weizenerzeugung beläuft sich auf ca. 530-560 Millionen Tonnen. Insgesamt gibt es vier Haupterzeugerländer. Führend ist China, gefolgt von den USA, Indien und Russland. Am globalen Weizenanbau sind die EU-Länder mit einem Flächenanteil von 16 % beteiligt.
- Körnerleguminosen: In Anbetracht der landwirtschaftlichen Nutzung wird zwischen Speisehülsenfrüchten (Trockenspeiseerbse, Trockenspeisebohne, Linse, Sojabohne) und Futterhülsenfrüchten (Futtererbse, Ackerbohne, Wicke, Lupine) unterschieden. Aufgrund ihrer Fähigkeit zur autonomen Luftstickstoffbindung mit Hilfe von bakterieller Symbiose, machen sich alle extensiven Landnutzungssysteme, diese Fähigkeit zu Nutzen. Als typische Eiweißpflanze liefern sie 16 % des

Nahrungseiweißes der Welt. Die größte weltweite Anbaubedeutung hat die Sojabohne zu verzeichnen. Sie besitzt neben einem hohen Eiweißgehalt von 40 % auch einen hohen Ölgehalt von 18-20 %.

*Tabelle 1: Ertrag und Qualität der Proteinpflanzen*

	<b>Ackerbohne</b>	<b>Erbse</b>	<b>Lupine</b>
Anzahl Samen/Hülsen	3-6	3-5	4-6
Rohproteingehalt (%)	25-30	25	35-40
Ertrag (dt/ha)	30-70	50-60	15-25

- Öl- und Faserpflanzen: Diese Gruppe der Pflanzen weist eine große Spanne auf. Sie reicht von einjährigen (z.B. Sojabohne, Baumwolle, Raps, Sonnenblume, Erdnuss, Lein) bis hin zu langlebigen Vertretern (z.B. Ölbaum und Ölpalme). Ölpflanzen besitzen die Fähigkeit zur Speicherung von Reservefett häufig in Form von Triglyceriden. Die Nutzungseigenschaften sind abhängig vom unterschiedlichen Sättigungsgrad der Fettsäuren. Der Spitzenreiter am Weltverbrauch von Fetten und Ölen ist Sojaöl mit 23 %. An zweiter Stelle folgt Palmöl mit 20 %, dann tierische Öle und Fette mit 19 % und an letzter Position folgt Rapsöl mit einem Anteil von 12 %. Die Faserpflanzen sind wirtschaftlich gesehen, von geringerer Bedeutung. In Mitteleuropa haben Ölpflanzen wie Winterraps, Sonnenblume und Öllein die größte Anbaubedeutung erlangt, bei den Faserpflanzen sind es Hanf und Faserlein.

*Tabelle 2: Vergleich von Strohertrag und Faseranteil bei den Faserpflanzen*

<b>Faserpflanze</b>	<b>Strohertrag (dt/ha)</b>	<b>Faseranteil (%)</b>
Faserlein	40-150	15-35
Hanf	82-170	15-35
Fasernessel	20-130	2-15
Kenaf	20-120	18-22

- Wurzel- und Knollenfrüchte: Sie gehören in der landwirtschaftlichen Zuordnung der Gruppe der Hackfrüchte an und zeichnen sich durch eine

langdauernde und intensive Bodenbedeckung aus, verbunden mit einer effizienten Unkrautunterdrückung. Sie entwickeln sich im unterirdischen Wuchsraum und liefern vor allem Kohlenhydrate in Form von Polysacchariden und Saccharose. Die tropischen und warmen Regionen profitieren von den Wurzelknollenfrüchten als Hauptnahrungsgrundlage. In Mitteleuropa steht die Zuckerrübe als Wurzelfrucht an der Spitze und die Kartoffel als Knollenfrucht.

- Ackerfutterpflanzen: Sie stellen die kontinuierliche Versorgung der Nutztierbestände mit hochwertigem Grundfutter sicher und besitzen förderliche, biologische und ackerbauliche Eigenschaften. Das führt zur Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit, Biodiversität und Landschaftsgestaltung. Der Silomais gehört zur wichtigsten Ackerfutterpflanze.
- Sonderkulturen: Sie weichen durch besondere Produktionstechnik, abweichende Nutzungsdauer und/oder spezifische Eigenschaften der Ernteprodukte von den hauptsächlich genutzten Pflanzenarten ab. Dazu zählen v.a. Feldgemüsearten, Heil- und Gewürzpflanzen, Hopfen und Tabak. Die Sonderkulturen besitzen pflanzenbauliche Besonderheiten mit dementsprechenden Ansprüchen an die Fruchtfolgegestaltung, die Anbaudauer, Sonnenscheindauer, Niederschlagsverteilung oder Nährstoffversorgung. Außerdem nehmen sie im Vergleich zu den Hauptkulturen nur einen geringen Teil des Ackerlandes ein.
- Grünland: Der Grünlandbestand besteht aus Pflanzengesellschaften mit ausdauernden Gräsern, Leguminosen und Kräuterarten. In Europa nimmt Grünland eine landwirtschaftliche Nutzfläche von 50 % ein. Deutschland ist an der Grünlandfläche mit 5,1 Millionen Hektar beteiligt, was 29,8 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche ausmacht. Zu den wichtigsten Nutzungsformen zählen Wiesen und Weiden. Die Ansiedelung von zahlreichen Tier- und Pflanzenarten beeinflussen die ökologische Bedeutung. (vgl. Diepenbrock et al. 2005, S. 169-251)
- Energiepflanzen: Sie werden wegen ihrer CO<sub>2</sub>-Neutralität als Alternative zu fossilen und endlichen Energieträgern erforscht und gefördert. Die Biomasse leistet mit ungefähr 71 % den größten Beitrag zur Endenergie

aus regenerativen Quellen, welche vorwiegend zum Heizen genutzt wird. (vgl. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe b 2012, S. 7-23)

Die erneuerbare Wärme stammt mit 92 % aus Biomasse und ist damit der wichtigste erneuerbare Energieträger. Anteilig liegt der Gesamtwärmeverbrauch bei 9,5 %. Knapp drei Viertel der Biowärme stammt aus der Verbrennung fester Biomasse. Solche Rest- und Abfallstoffe wie Holz, Rinde oder Waldrestholz tragen zur klimafreundlichen Wärmeerzeugung bei. Von besonders großer Effizienz ist die sogenannte Wärme-Kopplung, da hierbei gleichzeitig Wärme und Strom gewonnen wird. Was Strom aus erneuerbaren Energien betrifft, so deckte dieser im Jahr 2011 bereits 20 % des deutschen Stromverbrauchs ab. Im gleichen Jahr wurden etwa 30 % des erneuerbaren Stroms aus Biomasse gewonnen. In der Biokraftstoffbranche wurden 2011 sowohl Biodiesel als auch Bioethanol und Pflanzenöl als Kraftstoff verwendet, was insgesamt 5,5 % des gesamten Kraftstoffverbrauchs ausmacht. Die Herstellung der Biokraftstoffe erfolgt mit einem geringen fossilen Primärenergieaufwand, wobei sie zusätzlich noch die fossilen Energieträger ersetzen. Ein großer Vorteil der Biokraftstoffe besteht in der engen Verknüpfung zur Futtermittelproduktion, da wertvolle Futtermittel entstehen, wenn Biodiesel aus Raps, oder Bioethanol aus Getreide und Zuckerrüben gewonnen wird. Allgemein ist Bioenergie als integrierter Bestandteil der heimischen Agrarwirtschaft anzusehen und bringt der Landwirtschaft eine positive Klimabilanz. Denn aufgrund des Einsatzes von Bioenergie für Strom, Wärme und Kraftstoffe wurden im Jahr 2011 deutschlandweit etwa 66 Millionen Tonnen Treibhausgasemissionen vermieden (siehe Abb. 2):

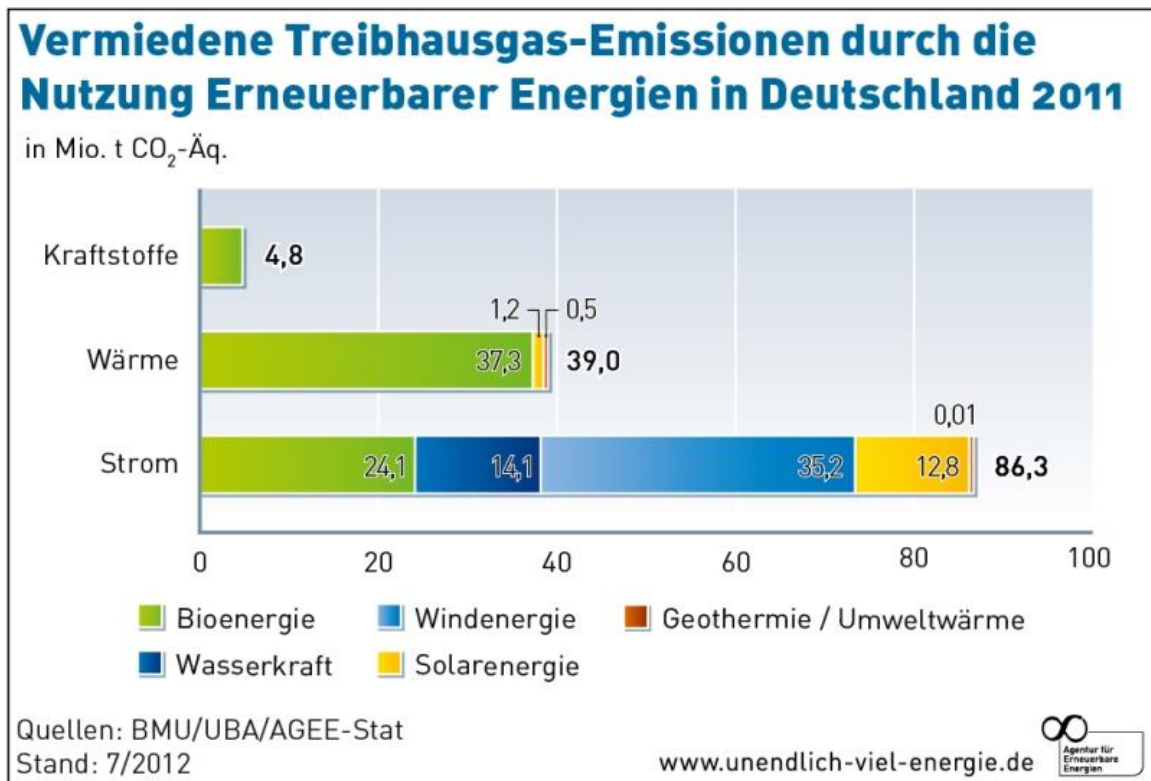


Abbildung 2: Vermeidung der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland im Jahr 2011

(Quelle: Deutscher Bauernverband 2012/13 )

### 4.3 Problemlage und derzeitiger Stand

Aktuell kommen bereits etwa zwei Millionen Tonnen von Produkten in der deutschen chemischen Industrie zum Einsatz, die auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen wie Öle, Fette, Stärke, Cellulose und Zucker beruhen. Diese Basisprodukte werden weltweit in mehreren zehn bis hundert Millionen Tonnen hergestellt, wodurch die Verfügbarkeit und Versorgungssicherheit gegeben ist. Von Vorteil ist zudem die Unabhängigkeit von Jahreszeit und Witterungseinflüssen. Zur Herstellung werden vor allem Tenside, Emulgatoren, Zwischenprodukte, Vitamine, Pharmazeutika und Kunststoffe verwendet. Damit nachwachsende Rohstoffe vermehrt in der chemischen Industrie genutzt werden können, ist es von großer Bedeutung konkurrenzfähige Preise und ganzjährige Versorgungssicherheit bei gleichbleibender Qualität zu gewährleisten.



Die derzeitige Problemlage besteht darin, dass sich die EG auf ihrem Binnenmarkt vom Weltmarkt im Großen und Ganzen abgekoppelt hat. Durch die erheblichen Fortschritte in der landwirtschaftlichen Produktion, in Verbindung mit den Erzeugerpreisen in Europa, kommt es zu einem Überangebot an Nahrungsmittelrohstoffen. Dieser Umstand kann nur durch erhebliche Subventionen wieder auf Weltmarktniveau herabgesetzt werden. Diese Entwicklung zeichnet sich auch in den übrigen führenden Industriestaaten ab und ist daher nicht auf die EG begrenzt.

Ein Lösungsweg besteht in der Umstellung der Agrarproduktion auf andere Nichtnahrungsmittel-Rohstoffe. Das Einsatzgebiet der landwirtschaftlichen Produkte wurde in den vergangenen Jahrzehnten erheblich vernachlässigt, wodurch die damit verbundene gesamtwirtschaftliche Bedeutung stark zurückgegangen ist. Wenn vom traditionellen Betätigungsfeld der Landwirtschaft ausgegangen wird, dann kann diese als Rohstofflieferantin angesehen werden. Die hergestellten Rohstoffe werden zu 85 % als Nahrungsmittel vom Verbraucher oder der Nahrungsmittelindustrie aufgenommen. Die übrigen 15 % der Produktion werden in der Industrie als nachwachsende Rohstoffe im Nicht-Nahrungsmittelbereich eingesetzt.

Aus der Perspektive der chemischen Industrie wird deutlich, dass 10 % der Menge und 22 % der Wertschöpfung ihrer Produktion auf pflanzlicher Basis beruht. Diese Produkte entstehen auf klassischen Produktionszweigen in der Oleo- und Stärkechemie, einerseits zur Herstellung von Seifen, Waschmitteln, sowie Tensiden und andererseits zur Papier- und Pappeherstellung, wobei etwa 170.000 Hektar oder 2,3 % der heimischen Ackerflächen dafür genutzt werden. Insgesamt werden 112.000 Hektar für die Stärkeerzeugung und 42.000 Hektar für die Pflanzenölerzeugung genutzt.

Insgesamt ist erkennbar, dass ein hohes ungenutztes Flächenpotential innerhalb der EG besteht, da hier 16 Millionen Hektar nicht mehr für die Produktion von Nahrungsmitteln verwendet werden. Auf die Bundesrepublik bezogen, handelt es sich um eine Fläche von etwa vier bis fünf Millionen Hektar. Ausgehend von dieser Fläche werden 25 %, was eins bis anderthalb Millionen Hektar entspricht, für die Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen

zur Verfügung gestellt. Daher ist es von besonderer Wichtigkeit zu überprüfen, welche neuen Technologien mit nachwachsenden Rohstoffen für neue Produktlinien entwickelt werden können, um vor allem neue Märkte erschließen zu können.

Das wesentliche Kriterium besteht in den neu zu entwickelnden Verwertungsrichtungen biogener Rohstoffe im Hinblick auf Versorgungssicherung, Ressourcenschonung, Umweltentlastung und Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe und wie volkswirtschaftlich sinnvoll diese sind. Damit zukünftig die knapper werdenden öffentlichen Mittel durch die Erforschung von nachwachsenden Rohstoffen gedeckt werden können, ist es wichtig bereits vorhandene Ressourcen gut zu konzentrieren und koordiniert einzusetzen. (vgl. Eggersdorfer et al. 1993, S. 17-19)

## **5. Bedeutung der nachwachsenden Rohstoffe aus Sicht der Forschungsförderung**

Schon seit längerer Zeit nimmt die Agrar- und Ernährungsforschung einen Hauptschwerpunkt in der Förderpolitik ein. Dabei stimmen sich das BMBF und das BMEL gemeinsam über die Förderung neuer Ansätze aus der molekularbiologischen Forschung ab. Würde diese fehlen, dann wäre die hohe Innovationsfähigkeit der Agrar- und Forstwirtschaft, sowie des Nahrungsmittelsektors, nicht denkbar. Für die moderne Landwirtschaft ist vor allem die Pflanzengenomforschung von großer Bedeutung. Hierbei geht es insbesondere um biotechnologische Verfahren, die bei der Analyse von Eiweißen und Stoffwechselprodukten eine wesentliche Rolle spielen. Auch deren gezielte Herstellung und funktionelle Nutzung stehen im Vordergrund. Somit besteht eine sehr enge Verknüpfung zwischen Genomforschung und Biotechnologie. Das BMBF hat bereits im Jahr 2008 die „Zukunftsinitiative Bioenergie und gesunde Ernährung“ gestartet. Diese Zukunftsinitiative ist thematisch in drei Felder unterteilt. Dazu zählen die Bioenergie, die biomedizinische Ernährungsforschung und die Verknüpfung von Agrar- und

Ernährungswissenschaften auf infrastruktureller Ebene. Von großem Interesse ist der Bereich der biomedizinischen Ernährungsforschung, da hierbei die Wirkungsweisen von Nahrungsmitteln auf den menschlichen Organismus analysiert werden. Die Zielstellung besteht darin, den Ursachen von den vermehrt auftretenden Volkskrankheiten wie Diabetes, Fettleibigkeit und Herz-Kreislauf-Erkrankungen auf den Grund zu gehen. Außerdem soll die Rolle der Ernährung identifiziert werden und das Wissen darüber in die Entwicklung von gesünderen Lebensmitteln eingebracht werden. Eine weitere Zielsetzung besteht in der stärkeren Vernetzung der bestehenden Einrichtungen und Unternehmen aus Agrarforschung und Ernährungswissenschaften. Die Bildung von diesen sogenannten Kompetenznetzen bietet die Chance, auch Ansätze zur stofflichen Nutzung aller Pflanzenbestandteile einzufügen. (vgl. BMBF 2008, S. 6-9)

Laut einer Konzeption der Forschungsförderung von nachwachsenden Rohstoffen sind zwei wesentliche Grundüberlegungen bedeutend. Bei der ersten Überlegung handelt es sich um den Energiesektor, der mengenmäßig dominierend erscheint, da bezüglich von kurzfristigen Beiträgen zur Lösung der Überschussproduktion, die Herausnahme von Anbauflächen für die energetische Nutzung herangezogen wird. Wertmäßig sind solche Einsatzbereiche interessant, wie die verschiedenen Techniken zur Umwandlung von Naturstoffen. Ausgehend von der Forschungspolitik werden mehrere unterschiedliche Zielrichtungen verfolgt. Aufgrund von agrarpolitischen Problemen müssen Absatzchancen für nachwachsende Rohstoffe konsequenter als zuvor erschlossen werden. Sie sollen bei der Marktentlastung eine wesentliche Rolle spielen, um einen spürbaren Einkommensbeitrag zu leisten. Längerfristig soll erreicht werden, dass neue Chancen zur Erschließung von höherwertigen Produktlinien genutzt werden. Im Forschungsprogramm sind vier bedeutende Schwerpunkte vorzufinden. Der erste bezieht sich auf den Einsatz von Zucker und Stärke zur Herstellung chemischer Grundstoffe und pharmazeutischer Produkte oder um bioabbaubare Kunststoffe zu gewinnen. Pflanzliche Öle und Fette werden eingesetzt, damit sie als Kraft- und Schmierstoffe verwendet werden können, sowie zur Herstellung von

Waschmitteln, Kosmetika, Lacken, Farben und Harzen. Der Einsatz von Naturfasern, wie zum Beispiel Flachs, dient vorrangig dem Textilmarkt und auch die Erzeugung von Wärme und Strom aus nachwachsenden Rohstoffen spielt eine tragende Rolle. (vgl. Eggersdorfer et al. 1993, S. 20-21)

Das Bundeslandwirtschaftsministerium konzentriert sich mit ihrer Forschungsförderung in erster Hinsicht auf den Aufbau von Produktlinien von der Erzeugung bis zur Verwendung der nachwachsenden Rohstoffe. Weiterhin zielt sie auf die Erschließung zusätzlicher Verwendungsmöglichkeiten nachwachsender Rohstoffe im Nichtnahrungsmittelsektor ab. Die Fördermittel des BMEL kommen produktions- und verwendungsorientierten, sowie anwendungsbezogenen Projekten zugute. Für das BMEL stehen vor allem nachhaltige Konzepte im Vordergrund, wie die Verarbeitung von möglichst vielen Bestandteilen einer Pflanze und die Nutzung von biobasierten Produkten in Kaskaden, um sie erst danach zur Energiegewinnung einzusetzen. Damit nachwachsende Rohstoffe zukünftig überall präsent sind, fördert das BMEL neue Einsatzbereiche für diese biobasierten Produkte, sowie innovative Prozesse und Methoden für eine Serienproduktion.

Die allgemeine Zielrichtung des neu ausgerichteten, überarbeiteten Förderprogramms ist die Weiterentwicklung einer nachhaltigen Bioökonomie. Das bedeutet, dass neben Projekten für mehr Umwelt-, Ressourcen- und Klimaschutz, sowie der Stärkung der Land- und Forstwirtschaft hauptsächlich eine sozialverträgliche Bioökonomie und der Erhalt der Biodiversität stärker betont werden. Zu den konkreten Förderschwerpunkten zählt ein nachhaltiges Stoffstrom-Management, um eine optimale Versorgung von Produktions- und Verarbeitungsanlagen mit biogenen Ressourcen zu sichern. Außerdem werden Konzepte für eine nachhaltige Erzeugung und Verwertung nachwachsender Rohstoffe erarbeitet, wobei besonders die Ressource Wasser berücksichtigt wird. Zwei weitere Punkte sind die dezentrale Erzeugung von Wertstoffen in aquatischen Systemen z.B. mit Algen oder Wasserpflanzen und der gesellschaftliche Dialog zu Bioökonomie und Nachhaltigkeit. (vgl. BMEL 2015)

## 6. Landwirtschaftliche Bedeutung

Das Hauptproblem der Agrarwirtschaft ist die Überschusssituation sowohl in Deutschland als auch in der Europäischen Gemeinschaft. Oftmals stehen erheblichen Produktionssteigerungen nur geringe Steigerungen des Verbrauchs, in einigen Fällen sogar Verbrauchsrückgänge, gegenüber. Dies hat zur Folge, dass wachsende Haushaltsbelastungen immer häufiger auftreten. Daher steht die Verminderung dieser Überschussproduktion im Vordergrund.

Die Lösung dieser Problematik besteht in einer grundlegenden Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik, die einerseits Möglichkeiten für die Erweiterung des Absatzes agrarischer Produkte außerhalb des Ernährungssektors beinhaltet und auf der anderen Seite eine stärkere Ausrichtung der Agrarproduktion auf die Belange des Natur- und Umweltschutzes. Um den Umfang der pflanzlichen Überschussproduktion zu reduzieren, müssen einzelne Maßnahmen zur Mengentrückführung auf Überschussmärkten getroffen werden.

Eine erste grundlegende Maßnahme sieht zunächst eine obligatorische Flächenstilllegung vor. Zu den weiteren Maßnahmen gehören die Förderung der Extensivierung, sowie die Förderung der Aufforstung von bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen. Zudem sollen Flächen für Naturschutzzwecke und Freizeitaktivitäten bereitgestellt werden und die Erzeugung von pflanzlichen Rohstoffen, für die ein noch nicht ausgeschöpftes Absatzpotential besteht, soll gefördert werden. (vgl. Eggersdorfer et al. 1993, S. 25-26)

Was die gesamtdeutsche Ackerfläche betrifft, so umfasst diese derzeit zwölf Millionen Hektar. Mit einem Anteil von etwa einem Drittel an der Gesamtfläche Deutschlands beträgt die Waldfläche hierzulande elf Millionen Hektar, daher besitzt Deutschland europaweit die größten Reserven. Im Jahr 2008 wurden rund 47 Millionen Tonnen der nachwachsenden Rohstoffe für die stoffliche Nutzung geliefert. Miteinbezogen werden zusätzliche Importmengen von 2,3 Millionen Tonnen Industriepflanzen und 3,7 Millionen Tonnen Roh- und Industrieholz. Damit wertvolle landwirtschaftliche Flächen für die

Nahrungsmittel- und Rohstoffproduktion erhalten bleiben, muss der Wert von land- und forstwirtschaftlichen Flächen in den Planungsvorgängen berücksichtigt werden.

Durch die Konzentration von Kompensationsmaßnahmen auf bestimmte Flächen, z.B. auf Natura 2.000 Flächen, die an Nutzungsmöglichkeiten gekoppelt sind, soll eine ökologische Aufwertung von Flächen vollzogen werden. Da die Ressource Boden nicht vermehrbar ist, besteht das Ziel darin, dass die Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen bis zum Jahr 2020 auf 30 Hektar pro Tag gesenkt wird. Aktuell werden 77 Hektar für den Bau von Straßen, Häusern und Gewerbegebieten genutzt. Obwohl grundsätzlich die Produktion von Nahrungsmitteln Vorrang hat, zeigt sich vermehrt, dass durch Effizienzmaßnahmen und den demografisch bedingten Bevölkerungsrückgang in Deutschland weitere Flächen für den nachhaltigen Anbau von Industrie- und Energiepflanzen genutzt werden. (vgl. BMEL 2012)

Die aktuelle Lage zeigt, dass der Anbau nachwachsender Rohstoffe weiter ansteigt, da die landwirtschaftlichen Nutzpflanzen einerseits zur Energiegewinnung und andererseits für die industrielle Verarbeitung genutzt werden und sie einen wachsenden Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland einnehmen. Nur das Jahr 2008 hatte einen kleinen Rückgang zu verzeichnen. Seitdem ist die Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe wieder deutlich gewachsen. Inzwischen beträgt sie 2,53 Millionen Hektar, wovon 2,12 Millionen Hektar auf den Energiepflanzenanbau entfallen. Von großer Bedeutung sind Pflanzen für die Industriestärkeproduktion, da sich deren Anbaufläche auf 245.000 Hektar vergrößert hat (siehe Abb. 3):

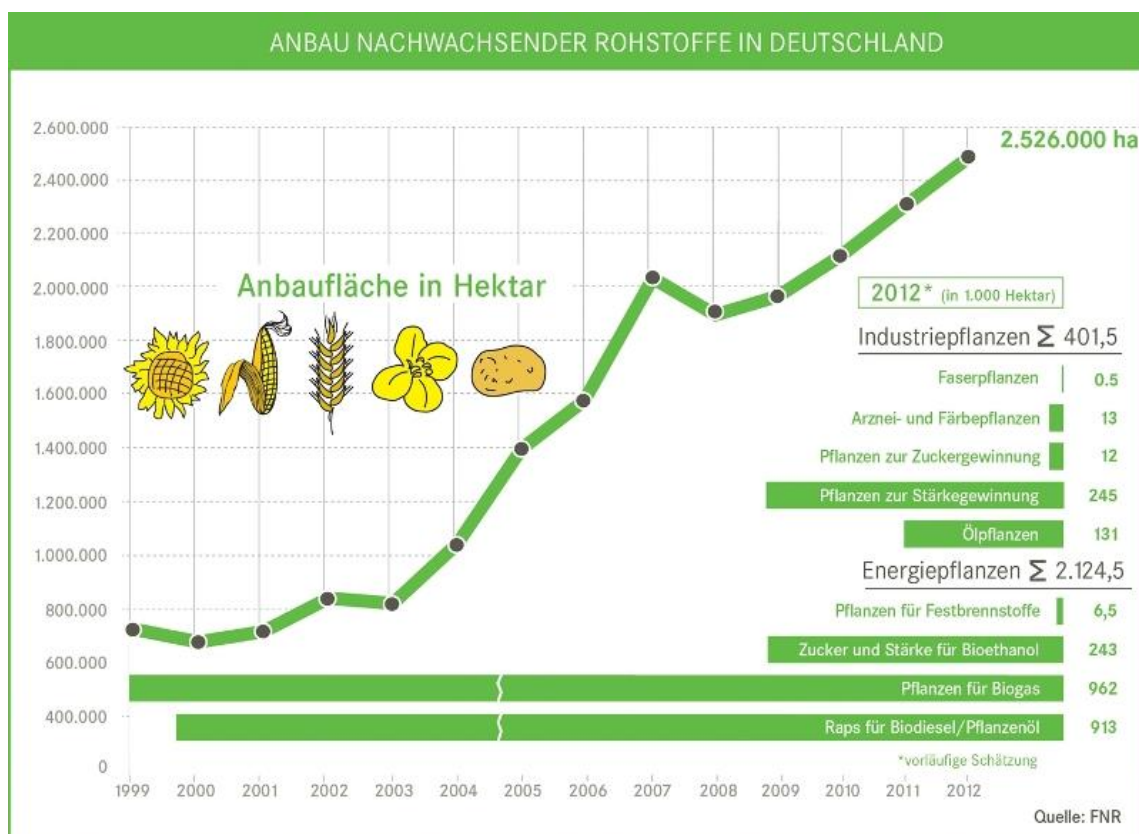


Abbildung 3: Anbau der nachwachsenden Rohstoffe in Deutschland

(Quelle: Deutscher Bauernverband 2012/13)

Bei den Industriepflanzen handelt es sich vor allem um Stärkekartoffeln und Raps. Dieser steht als bedeutendste Industrie- und Energiepflanze oben an erster Stelle und ist mit insgesamt 1,1 Millionen Hektar Anbaufläche in Deutschland im Jahr 2012 führend. Zwar nimmt Mais mit 2,6 Millionen Hektar im selben Jahr eine größere Fläche ein, es entfallen jedoch nur 0,9 Millionen Hektar auf Energiemais. Mais dient als ertragsstärkste Energiepflanze vor allem der Biogasproduktion. In etwa konstant halten sich die Anbauflächen für Pflanzen zur Biokraftstoffgewinnung, wobei es bei den Biokraftstoffen unter den erneuerbaren Energien kaum eine wirtschaftliche Alternative gibt (siehe Abb. 4):

<b>Nachwachsende Rohstoffe – Anbauflächen in Deutschland (ha)</b>		
Rohstoff / Kulturart	Ernte 2011	Ernte 2012 <sup>1)</sup>
<b>Industriepflanzen</b>		
Technisches Rapsöl	120.000	120.000
Stärke (v. a. Kartoffeln)	160.000	245.000
Industriezucker	10.000	12.000
Lein	2.500	2.500
Sonnenblumen	8.500	8.500
Faserpflanzen	500	500
Heilstoffe u. a.	10.000	13.000
<b>Energiepflanzen</b>		
Biodiesel/Pflanzenöl (Raps)	910.000	913.000
Bioethanol (Zuckerrüben, Getreide)	240.000	243.000
Biogas (Mais, Getreide)	900.000	962.000
Sonstiges	6.000	6.500
<b>Anbau gesamt</b>	<b>2.367.500</b>	<b>2.526.000</b>
Quelle: FNR	<sup>1)</sup> zum Teil geschätzt	SB13-T22-1

Abbildung 4: Nachwachsende Rohstoffe und deren Anbauflächen in Deutschland  
(Quelle: Deutscher Bauernverband 2012/13)

## 7. Landwirtschaftliche Maßnahmen für mehr Effizienz auf dem Acker

Im Vordergrund stehen Maßnahmen wie die Nutzung biotechnologischer Verfahren einerseits, sowie der Blick ins Pflanzengenom auf der anderen Seite. Dadurch ist es für Landwirte und Züchter möglich, effizienter zu arbeiten. Der Schwerpunkt liegt dabei bei den Pflanzen. Es sollen Möglichkeiten geschaffen werden, um deren Widerstandskraft gegen extreme klimatische Bedingungen zu stärken und um eine Erhöhung des Ertrags zu erreichen. Für den Landwirt müssen Pflanzen vor allem robuste Eigenschaften aufweisen, damit sie die zu erwartenden Erträge liefern können. Zu den weiteren Anforderungen an die Nutzpflanzen gehören:

- Ein Auskommen mit wenig Wasser
- Die Standhaltung bei kalten und warmen Temperaturen ohne Ertragsverlust



- Die selbstständige Abwehr vor gefährlichen Schädlingen
- Keine Behandlung mit chemischen Pflanzenschutzmitteln
- Im Zweifel das Überleben von salzigen Böden

In der Realität ist das jedoch schwer umsetzbar. Die Pflanzen reagieren auf solche Umweltbedingungen mit Stress, was Teil ihres normalen Abwehrprogramms ist. Doch für den Landwirt hat das meist negative Folgen, wie in erster Linie zum Beispiel den Ertragsverlust. Diese Abwehrmechanismen der Pflanzen gehen mit einem verringerten Wachstum einher, sowie mit einem verschobenem Blühzeitpunkt, die den Ertrag der Ernte senken. Deshalb werden auf dem Acker Elite-Zuchtpflanzen bevorzugt, da diese ganz spezielle Eigenschaften aufweisen, um sich an die jeweiligen Anbau- und Klimaverhältnisse anzupassen. In den letzten Jahren haben sich die Zielsetzungen der Züchter häufig verändert und durch neueste Erkenntnisse in der Pflanzengenomforschung entstehen ganz neue Dimensionen. Die Verfahren der klassischen Züchtung waren bislang zu aufwendig und zu teuer. Heutzutage ist dies jedoch machbar, da vor allem der stetig steigende Nahrungsbedarf einer wachsenden Weltbevölkerung die Entwicklung neuer Sorten erzwingt. Als oberstes Ziel haben sich die Züchter die Stärkung von Pflanzen gegen abiotischen Stress gesetzt. (vgl. BMBF 2008, S. 10)

## 7.1 Die Suche nach Kältegenen im Mais am Beispiel der Temperatur

Da der Mais ursprünglich aus Mexiko stammt, gehört er zu den an Wärme gewöhnten Gewächsen. Sind die Temperaturen nach der Aussaat zu gering, führt das regelmäßig zu Ernteausfällen. Diese Problematik war bereits gegen Ende der 90er Jahre Anlass für ein Forschungsprojekt unter dem Dach des BMBF's. Ein Team aus Wissenschaftlern hat sich im Jahr 2004 zum Ziel gesetzt, dem Mais eine größere Fitness, vor allem für kühlere Tage, zu verleihen. Dabei ist eine enge Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft nötig, da der erste Schritt zu einer neuen Sorte immer an eine erhebliche Grundlagenforschung angeknüpft ist. Als erstes muss jedoch

sichergestellt werden, von welchen Abschnitten im Genom, die Regulation im Umgang mit Kälte, ausgeht. Dabei handelt es sich um ein ganzes Netzwerk an relevanten Genregionen. Im Jahr 2007 konnte das Forscherteam erste Ergebnisse präsentieren, wobei Abschnitte im Erbgut ausgemacht werden konnten, in denen besonders viele bedeutende Gene für dieses Merkmal liegen. Diese Abschnitte konnten durch die Kombination von klassischen Züchtungsmethoden mit molekularbiologischen Verfahren, wie der Genexpressionsanalyse, gefunden werden. Die Basis bildeten zwei Maislinien, welche einen ganz unterschiedlichen Umgang mit Kälte aufweisen. An diesen Maislinien wurden Untersuchungen, hinsichtlich der sichtbaren (phänotypischen) Merkmale, durchgeführt. Danach wurden diese Daten den molekularbiologischen Analysen gegenübergestellt, bei denen die Aktivitäten der Gene beider Maislinien, sowohl bei kalten als auch bei warmen Temperaturen, festgestellt wurden. Dadurch haben Forscher phänotypische und genotypische Merkmale miteinander abgeglichen, um dann den Kreis der in Frage kommenden Regionen im Erbgut, auf zwei besonders wichtige Abschnitte, einzugrenzen. Diese müssen nun tiefgründig auf einzelne Gene hin untersucht werden. (vgl. BMBF 2008, S. 10-11)

## 7.2 Die Suche nach Pflanzen mit erhöhter Fitness für Dürrezeiten am Beispiel der Trockenheit

Die Ressource Wasser stellt ein knappes Gut dar und ohne ausreichendes Wasser kommt keine Landwirtschaft aus. Aufgrund des Klimawandels kann sich die Landwirtschaft nicht auf die Niederschläge allein verlassen. Zukünftig ist zudem mit noch größeren Schwankungen zu rechnen, so dass in bestimmten Gebieten Deutschlands immer geringere Niederschlagsmengen und steigende Temperaturen auftreten können. Solche großen Herausforderungen führen dazu, dass selbst veränderte Bewässerungsstrategien nur eine kurzfristige Lösung darstellen. Diese Problematik soll nun durch die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft mit der Entwicklung von trockenoleranten Sorten gelöst werden. Die Widerstandsfähigkeit gegenüber Dürrezeiten stellt ein sehr komplexes Problem dar, da Zeitpunkt, Dauer und Intensität der Trockenheit

eine große Rolle spielen. Ebenso relevant sind aber auch der Wasserhaushalt des Bodens, die Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Windgeschwindigkeit. Einerseits brauchen die Pflanzen ein gutes Wasseraufnahmevermögen, wobei das wenig vorhandene Wasser reichlich gebunden werden sollte. Andererseits ist die Wassernutzungseffizienz von sehr großer Bedeutung, da hierbei das erhaltene Wasser so effektiv wie möglich weiterverarbeitet werden muss. Da jede Pflanzenart damit anders umgeht und unterschiedliche Ansprüche hat, unterscheidet man zwischen Wasserbedürftigen Arten wie z.B. Reis und den Pflanzen mit geringerem Wasserbedarf wie Tomaten und Kartoffeln. Die Forschung verfolgt deshalb zwei Strategien, um herauszubekommen, wie Pflanzen in Trockenperioden auf genetischer Ebene reguliert werden. (vgl. BMBF 2008, S. 12)

Auf der einen Seite erfolgt die molekularbiologische Untersuchung von generell trockenheitsunempfindlichen Arten. Zielstellung ist dabei, die Suche nach bedeutenden Kandidatengenen für Trockentoleranz, um sie für eine spätere Züchtung nutzen zu können. Auf der anderen Seite untersuchen Wissenschaftler jene Wildtypen, die sich natürlicherweise durch ihre Robustheit gegenüber Dürreperioden auszeichnen. Die Molekularbiologie stellt hierbei eine große Hilfe, bei der Suche nach relevanten Genen und der damit verbundenen Einsparung von Zeit und Kosten, dar. Außerdem ist sie ein nützliches Werkzeug des klassischen Kreuzens und Rückkreuzens zur Entwicklung von neuen Sorten. Wenn ein besonders wertvolles Merkmal gefunden wurde, dann kann, durch spezielle Genmarker, die zielgerichtete Entwicklung von entsprechenden Nachkommen erfolgen. Dies führt wiederum zu einem beschleunigten Prozess, wobei der Anbau von Nachkommenpflanzen erheblich reduziert werden kann. (vgl. BMBF 2008, S. 12-13)

Es handelt sich bei der erhöhten Robustheit von Pflanzen gegenüber den klimatischen Umweltbedingungen, jedoch nur um eine Möglichkeit der Ertragssteigerung von Pflanzen. Die Züchter streben längst auch nach einer gezielten Verbesserung von anderen ertragsrelevanten Merkmalen wie Blüh- und Reifezeitpunkt, Wuchshöhe oder Fruchtqualität. Für die Forscher stehen dabei solche Getreidearten im Mittelpunkt, wie Weizen, Roggen und Gerste. Sie dienen hauptsächlich als Grundlage für die Nahrungsproduktion, aber auch

deren Nutzung als Energiepflanze gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich hier vor allem auf die Kartierung der Genome, die Lokalisierung potenziell relevanter Genregionen und die Speicherung von Daten in dafür vorgesehenen Datenbanken. Durch großangelegte Gen-Screenings konnten bereits die genetischen Grundlagen für Ährenschieben, Tausendkorngewicht, Pflanzenhöhe, sowie Rohprotein- und Stärkegehalt mehrerer hundert Sorten aufgedeckt werden. Weiterhin führen die Forscher auch gezielte Analysen einzelner Eigenschaften durch. Zu diesen einzelnen Eigenschaften zählt die genetische Regulierung der Stoffwechselprozesse bei der Entwicklung des Gerstenkorns. Andere Projekte verfolgen dagegen die Zielsetzung, dass züchterisch interessante Gene in Weizen-Wildtypen identifiziert werden, um sie dann für die Einkreuzung in deutsche Elite-Weizensorten zu nutzen. (vgl. BMBF 2008, S. 13)

### 7.3 Die Erhöhung der Widerstandskraft von Pflanzen am Beispiel von Krankheiten

Für die Pflanzen können vor allem Pilze zu einer großen Gefahr werden. So ist z.B. der Erreger *Phytophthora* verantwortlich für die Kraut- und Knollenfäule bei Kartoffeln und den damit verbundenen Ernteeinbußen von etwa 20 %. Dieser Erreger konnte die Barrieren immer wieder durchbrechen, da keine der entwickelten, resistenten Sorten einen dauerhaften Erfolg brachte. Bislang blieb dem Landwirt nur die Möglichkeit der chemischen Bekämpfungsmittel, um die Pilzkrankheit einzudämmen. Mittlerweile gelang es den Pflanzenbiotechnologen ein Verfahren zu entwickeln, welches den natürlichen Abwehrmechanismus der Kartoffeln stärkt. Durch die Bildung eines Schutzwalls aus abgestorbenen Pflanzenzellen um den Infektionsherd herum, wird der Pilz daran gehindert weiter vorzudringen. Diese hypersensitive Reaktion ist jedoch keine Garantie für einen ausreichenden und effektiven Schutz der Pflanze. Deshalb haben Forscher an der Aufrüstung des natürlichen Abwehrsystems mit einem fremden System gearbeitet. Dieses stammt aus dem Bodenbakterium *Bacillus amyloliquefaciens* und produziert ein, für den Pilz, giftiges Enzym. Dieses

Enzym soll bei einem Pilzangriff allerdings nur dort gebildet werden, wo der Infektionsherd auch auftritt. Dafür sorgen sollen die Forscher, indem sie das fremde Gen mit der regulatorischen Sequenz eines pflanzeigenen Abwehrgens ausstatten. Bei einem Pilzbefall der Pflanzen sorgt der molekulare Schalter für eine Aktivierung des fremden Gens, um die Enzymproduktion am Ort des Geschehens zu gewährleisten. Diese Methode ist ein möglicher Umgang zur gentechnischen Stärkung der Widerstandskraft der Kartoffel. Andere Ansätze beziehen sich auf die Entdeckung zweier bedeutender Resistenzgene in einer wilden, in Mexiko vorkommenden Kartoffelart. Die Kreuzung dieser wilden Art mit den heutigen Kulturkartoffeln ist jedoch nicht möglich. Deshalb besteht die einzige Möglichkeit der Gentechnik in der Übertragung der zwei Gene in heutige Linien. Diese Methode wird auch im Freiland auf Effizienz und Sicherheit geprüft. (vgl. BMBF 2008 S. 13-14)

#### 7.4 Maßnahmen um Giftstoffe im Weizen zu reduzieren

Die Pflanzenforschung hat sich zum Ziel gesetzt, Wege aufzuzeigen, die zu einer Reduzierung der unerwünschten Inhaltsstoffe beim Weizen beitragen können. Das Problem beim Weizen bezieht sich auf den Befall mit Pilzen, den sogenannten Fusarium-Pilzen. In den Ähren der angegriffenen Weizenpflanzen werden dadurch entweder kleine Kümmerkörner produziert oder es kommt zur Bildung verschiedener Gifte, wie z.B. der Mykotoxine. Diese können dann bei der Weiterverarbeitung des Getreides in die Nahrung gelangen, was wiederum zu Vergiftungserscheinungen führen kann. Die Methoden der Landwirte, um sich gegen Fusarien zu wehren, beziehen sich auf die Nutzung möglichst wenig anfälliger Sorten und den Einsatz von speziellen Anbaumaßnahmen, sowie chemischen Fungiziden. Handelt es sich jedoch um einen starken Befall, was besonders bei feucht-warmen Wetter der Fall ist, dann bieten diese Maßnahmen nur einen unzureichenden Schutz. Aus diesem Grund suchen Züchter mit der Hilfe der Genomforschung nach Ansätzen, um den Fusariumbefall und die Produktion von giftigen Stoffen einzudämmen. In Deutschland werden mehrere Wege aufgezeigt, damit Fusarium-resistenter

Weizen entwickelt werden kann. Im Bezug darauf verfolgen Forscher die Spur der sogenannten exotischen Resistenzquellen, um dann deren Kreuzung mit hiesigen Eliteweizenlinien vorzunehmen. Somit konnten in brasilianischen und chinesischen Weizensorten bereits höchst interessante Genregionen nachgewiesen werden. Im Vergleich mit den europäischen Weizensorten steht fest, dass die Pilzresistenz bei hiesigen Pflanzen noch viel komplexeren Vorgängen auf Genebene folgt. Weiterhin arbeiten Wissenschaftler an der Identifikation von neuen Kandidatengenomen sowohl im Weizen als auch in anderen Getreidearten. Diese stellen dann einen Nutzen für die Züchtung resistenter Weizenpflanzen dar, wobei keine anderweitigen Nebeneffekte erzeugt werden. Bei all diesen Arbeiten wird deutlich, dass ein Mix von klassischen Zuchtverfahren mit den unterschiedlichen molekularbiologischen Methoden erforderlich ist.

## **8. Einsatz und Züchtung von Industriepflanzen**

Gegenwärtig entstehen neue Kulturpflanzen im Bereich der Gemüse-, Obst- und Zierpflanzen und das mit hoher Erfolgsquote. Das Ziel jeder Pflanzenzüchtung besteht in einer neuen Sorte, die sich in einem wichtigen Merkmal unterscheidet und dadurch besser ist als alle bisher vorhandenen. Neuheiten und deren Entwicklungen lohnen sich sowohl im „Food“- als auch im „Non-Food“- Bereich gleichermaßen.

### **8.1 Entwicklungen aus Produkt- orientierter Sicht**

Ein generelles Anforderungsprofil für agrarische Roh- und Ausgangsstoffe besteht in folgenden Schwerpunkten:

- Der Preis eines agrarischen Rohstoffes steht in Abhängigkeit von den Aufwendungen und Erträgen des erzeugenden Landwirts  
Als Garant für ein sicheres Angebot gelten jahrelange gleichbleibende Erträge und ein ausreichender, absatzorientierter Produktionsumfang
- Nachwachsende Rohstoffe sollen in Bezug auf die Qualität

verwendungsgerecht sein, was bedeutet, dass sie eine hohe Konzentration der erwünschten chemischen Komponente enthalten

- Eine wesentliche Rolle spielt zudem die Umweltfreundlichkeit der chemischen Produkte agrarischer Herkunft

Um in der Pflanzenzüchtung ein einziges verkäufliches Produkt zu erzeugen bedarf es einer neuen Sorte. Die Landwirtschaft erwartet dadurch neben neuer Absatzmärkte für Agrarprodukte und einer größeren Vielgestaltigkeit in der Agrarlandschaft auch eine Entlastung von den dominierenden Getreidefeldern. Anhand von drei Hauptproduktlinien sollen Stand und Perspektiven hinsichtlich einer Diversifikation der Fruchtfolgen auf den Äckern durch nachwachsende Rohstoffe verdeutlicht werden. Bei der ersten Produktlinie handelt es sich um Zucker. Europaweit gesehen, ist die Zuckerrübe die einzige zuckerliefernde Pflanze, weltweit übertroffen wird diese nur vom Zuckerrohr. Der Anbau von Zuckerhirse ist in Deutschland wenig erfolgreich, vor allem nicht in sonnenscheinarmen und kühlen Jahren. Dagegen ist die Ertragsfähigkeit von Topinambur und Zichorie in Deutschland deutlich besser. (vgl. Eggersdorfer et al. 1993, S. 1-5)

Was den Zuckerkonsum in den kommenden Jahren betrifft, so steigt dieser weltweit an, am stärksten vor allem in den Entwicklungsländern. Hier liegt der aktuelle, jährliche Verbrauch bei 124.500 Kilotonnen. Im Jahr 2024 werden es 162.400 Kilotonnen sein. Allgemein steigt der Zuckerkonsum hinsichtlich des Zeitraums von 2012 bis 2014 von 24,3 Kilogramm pro Kopf auf etwa 26,7 Kilogramm im Jahr 2024. Die Industriestaaten haben einen geringfügigen Anstieg von 49.700 auf 51.900 Kilotonnen zu verzeichnen. Gründe dafür sind das geringe Bevölkerungswachstum und der teilweise sogar rückläufige Pro-Kopf-Verbrauch. In Brasilien und Russland wird der Zuckerkonsum pro Person anwachsen, in der EU und in den USA wird er hingegen sinken (siehe Abb. 5):

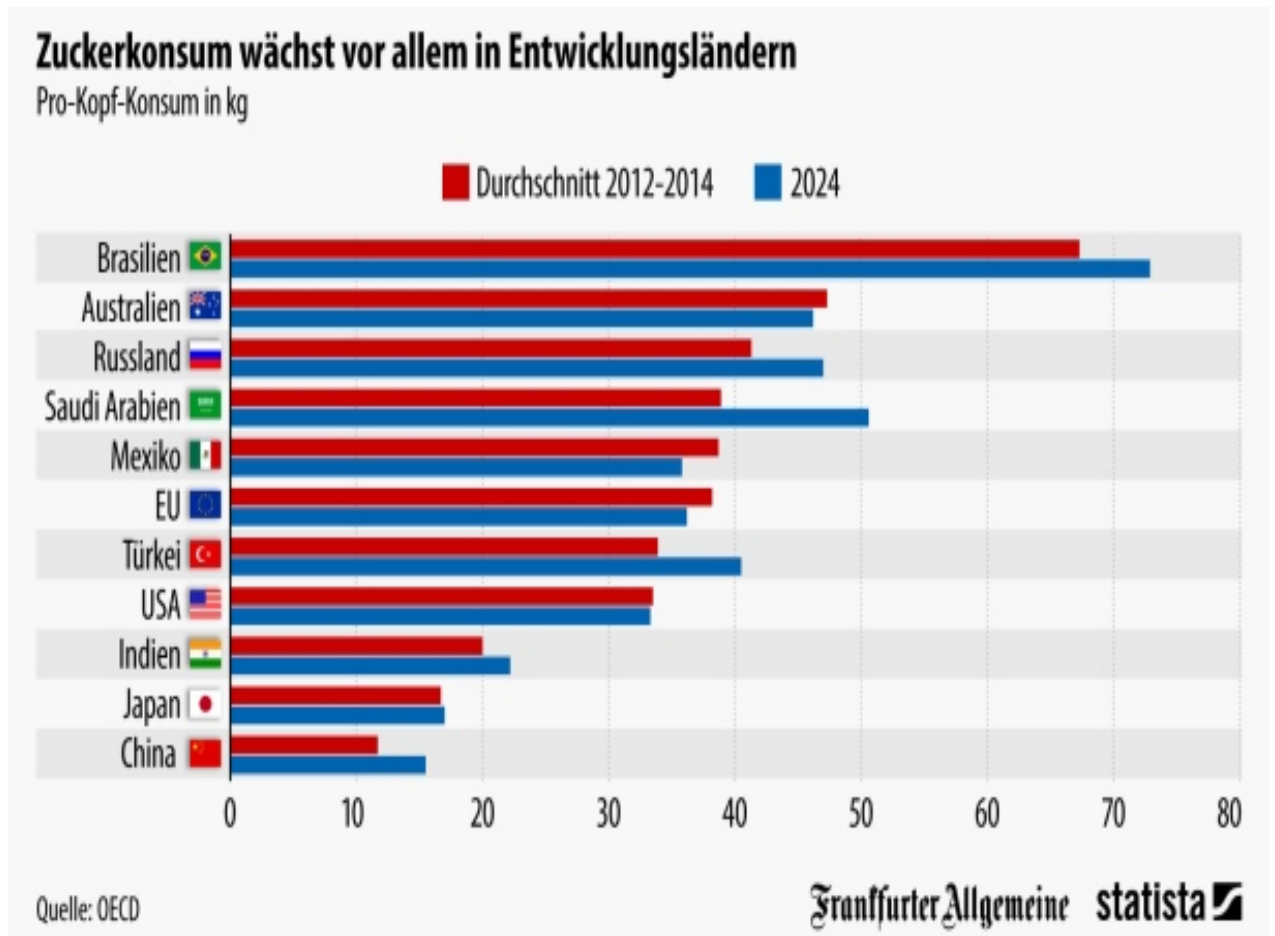


Abbildung 5: Der weltweite Anstieg des Zuckerkonsums

(Quelle: Frankfurter Allgemeine Wirtschaft 2015)

Bei der nächsten Produktlinie handelt es sich um Stärke, diese wird in Deutschland fast ausnahmslos aus Kartoffeln und Weizen gewonnen. Sie gelten als einzige konkurrenzfähige Ausgangsprodukte, wobei auch andere Getreidearten einschließlich Mais erfolgversprechende Alternativen sind. Aktuell sind Forschungen auf Steigerungen des Amylosegehalts ausgerichtet, was jedoch zu Lasten des verzweigten Stärkebausteins Amylopektin geht. Bei der Erzeugung von Stärke für industrielle Verwendungen wird auf die bereits breit angebauten Kulturpflanzen zurückgegriffen.



Tabelle 3: Produktlinie Stärke

Spezies	Erzeugung	Produktivität	Bedarf
Mais	+	++	+
Weizen	++	++	++
Gerste	-	++	-
Kartoffel	+++	+++	+++

Zu der letzten Produktlinie zählen die pflanzlichen Öle und Fette, wie z.B. Laurinsäure, Petroselinensäure, Ölsäure, Linolsäure, Linolensäure und Erucasäure. In Europa gibt es einige anbaubare Ölpflanzenarten mit erfolversprechendem Ertragspotential. In diesem Zusammenhang ist die in der Natur vorkommende Variabilität der Fettsäurezusammensetzung von Speicherfetten von großer Bedeutung. Für den separaten Markt der oleochemischen Rohstoffe sind zum Beispiel Kokosöl, Rizinus- oder Tungöl bezeichnend. Deren Unterschied zu den üblichen Nahrungsfetten besteht in den deutlich abweichenden Kettenlängen, der spezifischen funktionelle Gruppen und der hohen Konzentration der erwünschten Hauptfettsäure. Es handelt sich hierbei vor allem um Pflanzenöle tropischer Herkunft, wobei auch heute noch über 80% dieser Fettrohstoffe importiert werden.

## 8.2 Entwicklungen die sich am Nutzer orientieren

An den Entwicklungen beteiligt sind nicht nur die Pflanzenzüchter, sondern alle Beteiligten einer Produktlinie.

Tabelle 4: Erforderliche Schritte und Beteiligte für die Aufstellung einer Produktlinie

Bereitstellung geeigneter Pflanzensorten.....	(Züchter)
Pflanzenbauliche Erzeugung der Rohstoffe.....	(Landwirt)
Aufnahme, Lagerung und Transport.....	(Land-/Welthandel)
Verarbeitung, Konversion und Endproduktherstellung....	(Chem. Industrie)
Verbrauch.....	(Verbraucher)

Durch den Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen soll es eine merkliche Entlastung der agrarischen Überproduktion geben. Besondere Forderungen gelten bei der Vergabe von Forschungsaufträgen. (vgl. Eggersdorfer et al. 1993, S. 5-11)

### 8.3 Entwicklungen durch umwelttechnische Fortschritte

Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung ist der umwelttechnische Fortschritt. Ausgehend von der ökonomischen Sichtweise, beruht technischer Fortschritt auf der Markteinführung von neuen oder verbesserten Produkten. Er beruht aber auch, auf den Einsatz von neuen Produktionsverfahren. Die Produkt- und Prozessinnovationen sind verantwortlich für ein langfristiges Wirtschaftswachstum. Zusätzlich nimmt der technische Fortschritt eine zentrale Schlüsselrolle für die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung ein, wenn sich dieser an die zentralen Überlebensregeln der nachhaltigen Entwicklung anlehnt. Der umwelttechnische Fortschritt zielt somit auf umweltschonende und emissionsvermeidende Innovationen im Ressourcengewinnungs-, Produktions-, Konsumtions- und Entsorgungsprozess ab. Dazu zählen die Entwicklung und Einführung von:

- Technologien zur umweltschonenden Gewinnung von Rohstoffen,
- technischen Lösungen zur Substitution von Rohstoffen,
- grundlegend neuen Technologien, die einen sparsameren Ressourceneinsatz benötigen,
- nachgeschalteten Entsorgungsanlagen, umweltschonenden Konsumgütern oder
- Technologien zur Umweltschadenserkennung. (vgl. Rennings/Hohmeyer 1997, S.221-224)

## 9. Der Einsatz von Bio- und Gentechnik für neue landwirtschaftliche Produktionsbereiche

Die bisherigen Methoden des Bio- und Gentechnikbereichs haben wenig unmittelbare Auswirkungen auf die normale landwirtschaftliche Praxis gezeigt. Die derzeitigen wissenschaftlichen Forschungen und politischen Fördermaßnahmen weisen ganz eindeutig darauf hin, dass es zukünftig neuartige, komplizierte und nicht unbedenkliche Methoden auf dem Gebiet der bäuerlichen Produktions- und Arbeitsformen geben wird. Bei der Bio- und Gentechnik handelt es sich, um eine auf "Natur" als Rohstoff, orientierende Technologie. In ihren Kernbereich fallen die Arbeitsgebiete der Landwirtschaft und die der Vieh- und Pflanzenproduktion. Aktuell ist eine Integration von bio- und gentechnischen Erkenntnissen in die Landwirtschaft vor Ort kaum vorhanden. Deshalb müssen die Landwirte die Entwicklungen auf diesem Gebiet aufmerksam verfolgen. Doch das was technisch machbar ist, kann zu einer produktionstechnologischen Revolution führen und zu tiefgreifenden Konsequenzen für die Agrarstruktur. Sowohl die Bio- und gentechnischen Methoden, als auch die Mikroelektronisierung der landwirtschaftlichen Produktion stellen einen weiteren Leistungsschub innerhalb des Betriebes dar. Durch die gentechnischen Methoden werden Lebewesen gezielt manipuliert, wodurch sie einen künstlichen Charakter bekommen. Der Zugriff auf das Genom weckt eine unendliche Vorstellungskraft im Bereich des Möglichen. Allgemein richtet sich die Gentechnik in der Landwirtschaft auf zwei biologische Ziele aus:

1. auf eine schnellere und bessere Erreichung der Zuchtziele durch die direkte Leistungssteigerung eines Merkmals,
  2. auf neuzuschaffende Resistenzen, wodurch eine Milderung von systemimmanenten Folgen der jetzigen Zucht-, Haltungs- und Fütterungsbedingungen erreicht wird.
- In der Pflanzenproduktion lassen sich gentechnische Methoden realisieren, wobei es vor allem um Resistenzen gegen Herbizide, Pilz- und Viruserkrankungen, pflanzenpathogene Bakterien und Schädlinge geht. Ob

zukünftig ein verminderter Einsatz von Pflanzenschutzmittel die Folge sein wird bleibt fraglich. Um Nutzpflanzen weiterhin zu optimieren, gilt es Verbesserungen bei Qualität und Quantität der Ernten zu erzielen, die sich vor allem in klimatisch schwierigen Zonen befinden. In der Pflanzenzüchtung ist im Rahmen der gentechnischen Verfahren von großer Bedeutung, dass eine weitaus schnellere Vermehrung stattfinden kann, unabhängig von Fläche, Anbaugebiet und Klimazone. (vgl. Strehlow 1992, S. 173-176)

Der Anbau der nachwachsenden Rohstoffe erfolgt im Rahmen der Vertragslandwirtschaft. Dabei bekommen die Bauern bestimmte Kontingente, welche dann an die Industriekonzerne geliefert werden. Die Produktion der nachwachsenden Rohstoffe stellt jedoch ein Problem auf EG-politischer Ebene dar, da zum Ausgleich Subventionen zwischen Weltmarkt- und EG-Preis gezahlt werden. Da die Bio- und Gentechnik Struktureffekte im Agrarsektor besitzt, werden Produktionsvorgänge, Produktionsstrukturen, sowie Faktor- und Produktionsmärkte beeinflusst. Durch Anwendung der Gentechnik kommt es auf jeden Fall zur Beschleunigung des landwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritts. Hierbei gibt es jedoch im Gegensatz zu bisherigen Innovationen einige Unterschiede:

- Gentechnik ermöglicht neue Absatzwege für neue landwirtschaftliche Produkte, obwohl die Gefahr der weiteren Ausgliederung traditioneller Produktionsverfahren aus der Landwirtschaft besteht;
- Eine kostengünstige Gentechnik entsteht erst in den Großbetrieben der vor- und nachgelagerten Industrie (z.B. bei der Saatgutherstellung).

Wenn die Konkurrenz zu den europäischen Nachbarländern betrachtet wird, dann verschlechtert sich die Wettbewerbsposition der deutschen Landwirtschaft wegen ungünstiger Agrarstruktur und verzögerter Betriebsanpassung. Die EG ist dagegen eher optimistisch, da der Landwirtschaft neue ökonomische Anreize, auf Grundlage der Gentechnik, suggeriert werden. (vgl. Strehlow 1992, S. 176-177)

Im Hinblick auf die Entwicklung von Agrarerzeugnissen im Nicht-Lebensmittelsektor, kann davon ausgegangen werden, dass dieser eine große Zukunft erwarten kann. Zahlreiche organische Chemikalien können im Grunde

auch aus landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen hergestellt werden. Die nachwachsenden Rohstoffe sind Hoffnungsträger im Sinne stabilerer Einkommensgewinnung und durch landwirtschaftliche Überschüsse in der konventionellen Erzeugung. In diesem Zusammenhang erfolgt der Einsatz der Gentechnik, um eine Verbesserung bei den industrierelevanten Rohstoffen für den vorgesehenen Gebrauch zu erlangen. Solche Lebensmittel wie Getreide, Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben und Raps beinhalten solche Bestandteile, die für zahlreiche Industrieproduktlinien wie Öle/Fette, Stärke/Zucker, Ethanol und Liguocellulose verwertbar sind. (vgl. Strehlow 1992, S. 176)

## 9.1 Der Einsatz der Gentechnik zur Qualitätssteigerung am Beispiel Raps

Pflanzenforscher arbeiten daran, dem genetischen Ursprung der Inhaltsstoffe im Erbgut von Pflanzen auf den Grund zu gehen. Zielstellung dabei ist die Lieferung wertvoller Hinweise zur Entwicklung qualitativ besserer und gesünderer Produkte. Bei Raps handelt es sich bereits um ein gesundes Produkt, da das daraus hergestellte Speiseöl besonders wertvoll ist. Rapsöl weist, im Vergleich zu anderen Ölen, den höchsten Gehalt an gesunden mehrfach ungesättigten Fettsäuren auf. Von Natur aus, enthält Rapsöl vor allem Erucasäure, was zu einem sehr bitteren Geschmack führt. Deshalb galt Rapsöl lange Zeit als ungenießbar. Erst mit Hilfe der umfangreichen Pflanzenzüchtung konnte das Öl aus Rapspflanzen Einzug in die Nahrungsmittelindustrie halten und wird heute sowohl als Speiseöl, als auch in Margarine verwendet. Das hat zur Folge, dass auch der Anbau in Deutschland nachhaltig beeinflusst wird. So lag im Jahr 2006 die Anbaufläche für Raps bei mehr als eine Million Hektar der deutschen Ackerflächen. Somit steht die Rapszüchtung vor der großen Herausforderung, dass die Wirtschaftlichkeit der großen Anbauflächen weiter erhöht werden sollte, um für den Verbraucher nützliche Rapsprodukte entwickeln zu können. Außerdem soll den Landwirten eine bessere Verwertbarkeit aller anfallenden Pflanzenteile zugesichert werden. Aktuell wird das enorme Potenzial der Industriepflanze Raps jedoch noch nicht vollständig

genutzt. Aus diesem Grund fördert das BMBF ein Leitprojekt, damit diese besonderen Eigenschaften und Fähigkeiten identifiziert werden können. Bei diesem einen Projekt geht es beispielsweise um die typischen phenolischen Bitterstoffe, die in der ganzen Pflanze vorkommen und dafür sorgen, dass eine Nutzung des Presserückstands in der Lebensmittelindustrie stark behindert wird. Diese phenolischen Bitterstoffe sorgen dafür, dass der Pressrückstand und das daraus hergestellte Mehl bitter schmecken. Außerdem kommt es durch Oxidation zu einer dunklen Verfärbung. Wegen dieser ungünstigen Voraussetzungen, kann der Pressrückstand für die menschliche Ernährung nicht weiterverarbeitet werden. Gerade dieser Presskuchen enthält jedoch einen hohen Eiweißanteil aus wichtigen Aminosäuren und weist im Vergleich mit Soja eine ähnlich hohe Qualität auf. Damit die Rapsproteine als Ersatz für Sojaprodukte stärker etabliert werden können, bedarf es einem Teilprojekt, das sich mit dem Bitterstoff Sinapin beschäftigt. Wissenschaftler gehen dabei verschiedene Wege. Ein Weg zielt auf die Identifikation der Gene ab, die bei der Herstellung der Sinapine eine tragende Rolle spielen. Die darauf aufbauenden Wege sollen etabliert werden, damit die Blockierung dieser Mechanismen gezielt ausgeführt werden kann. (vgl. BMBF 2008, S. 15-16)

Der andere Weg basiert auf der Entdeckung von Rapssorten mit natürlich vorkommenden, niedrigen Sinapin-Gehalten, sowie Pflanzen mit gelbem Samen. Beide Wege führten letztendlich zum Ziel, da es den Wissenschaftlern gelang, die zwei wichtigsten Enzyme der Sinapin-Produktion im Erbgut des Rapses ausfindig zu machen, im Genom zu lokalisieren und dort zu kartieren. Auf dieser Grundlage konnten erste transgene Rapslinien entwickelt werden, die eine Erzeugung von weniger als zwei Milligramm Sinapin pro Gramm Samen aufweisen. Dieser Wert liegt sechsmal unter dem der herkömmlichen Pflanzen. Ebenso positiv waren die Ergebnisse des klassischen Weges, wobei durch ausgetüftelte Selektionsprozesse, solche Rapspflanzen herausgefiltert worden, die einen Sinapin-Gehalt von weniger als fünf Milligramm pro Gramm Samen besaßen. Diese werden dann mit Pflanzen, die einen gelben Samen besitzen, gekreuzt. Somit sind Wissenschaft und Wirtschaft ihrem Ziel schon etwas näher gekommen. Jetzt müssen diese Ansätze optimiert und auf ihre Praxistauglichkeit getestet werden. (vgl. BMBF 2008, S. 15-16)

Eine weitere Fragestellung in Bezug auf Raps dreht sich um die Gewinnung von Omega-3-Fettsäuren, da sie vom Menschen nicht in ausreichendem Maß produziert werden können. Sowohl Raps als auch Lein verfügen bereits über einen hohen Gehalt an Alpha-Linolensäure. Sie dient als Ausgangssubstanz für die Herstellung der langkettigen Omega-3-Fettsäuren. Beiden fehlen jedoch die entsprechenden Enzymsysteme, um sie produzieren zu können. Durch klassische Züchtung ist es nicht möglich, solche Enzyme in Ölpflanzen einzubringen. Deshalb kommt den Wissenschaftlern der biotechnologische Ansatz zugute. Hierbei werden zuerst alle für die Herstellung der Omega-3-Fettsäuren wichtigen Gene aus Algen isoliert und in Raps- und Leinpflanzen transferiert. Zusätzlich werden durch klassische Selektionszüchtung Raps- und Leinlinien mit einem hohen Gehalt an Alpha-Linolensäure aufgespürt. Aufgrund der Kombination dieser beiden Maßnahmen konnten transgene Lein- und Rapspflanzen mit einem erhöhten Gehalt der Omega-3-Fettsäuren entwickelt werden. Bei diesen Fettsäuren handelt es sich um Eicosapentaensäure und Arachidonsäure. (vgl. BMBF 2008, S.16-17)

Abschließend und begleitend zu all den verschiedenen Raps-Forschungsarbeiten beschäftigt sich ein groß angelegtes Projekt des BMBF's, mit der Ausbreitung von gentechnisch veränderten Rapspflanzen in großflächigen Regionen. Die Lösung hierfür soll die Entwicklung eines methodischen Instrumentariums sein, um die Ausbreitungsdynamik von Raps abschätzen zu können. In den kommenden Jahren ist ein Anbau von gentechnisch verändertem Raps auf deutschen Äckern nicht abschätzbar. Mit Hilfe des Projekts sollen erstmals empirische Daten erfasst werden. Ein wesentliches Ergebnis des Projekts besteht darin, dass zwischen den einzelnen untersuchten Regionen, enorme Abweichungen bestehen. Beim Anbau von gentechnisch veränderten Rapspflanzen herrschen beispielsweise ganz andere Ansprüche als beim Mais. Der Transport von Rapspollen ist durch Wind und Insekten über weite Strecken hinweg möglich. Zudem besitzt Raps viele Kultur- und Wildverwandte. Daher sind eher unerwünschte Auskreuzungen möglich. Diese Probleme tauchen, je nach Region und Anbauverhältnissen, mit sehr unterschiedlichem Ausgang auf. Eine Koexistenz ist deshalb prinzipiell möglich,

aber mit einer sorgfältigen Planung verbunden. (vgl. BMBF 2008, S. 17)

## 9.2 Technologie-orientierte Entwicklungen beim Raps

Hierbei stehen überwiegend die pflanzlichen Fette und Öle im Vordergrund, was auf die erstaunliche Vielgestaltigkeit im chemischen Aufbau der Samenfette zurück zu führen ist. Für die Pflanzenanalyse wurden diese erst durch geeignete Nachweisverfahren wie der Gas-Flüssigkeitschromatographie voll anerkannt. Die Ausarbeitung und Anwendung analytischer Schnellmethoden in Kombination mit apparativen Fortentwicklungen war für den schnellen züchterischen Erfolg entscheidend. Dies führte zum Beispiel beim Rapsanbau zu einer gewaltigen Expansion, so dass durch diese effektive Analysetechnik in der gesamten EG auf rund 70 % der gesamten Rapsflächen Sorten von deutschen Züchtern angebaut werden. Durch den Einsatz der niedrigauflösenden Kernresonanzspektrometrie konnte der anfängliche Rückstand im Ölgehalt der neuen 0-Rapssorten von den Züchtern erkannt und aufgeholt werden. Ein weiterer chemisch-analytischer Fortschritt war für die Pflanzenzüchtung, dass in den letzten Jahren die Nahinfrarot-Reflexionsspektrometrie zur Ölpflanzenselektion eingeführt wurde. Diese Methode führt mit einem einzigen Messvorgang zu einer quantitativen und zerstörungsfreien Ermittlung des Gehalts einer ein Gramm Samenprobe an verschiedenen Inhaltsstoffen wie Öl, Protein, Feuchte, Gesamtglucosinolat, Rohfaser, Ölsäure und Erucasäure. Letztendlich ist neben der Kartoffel der Raps in vielerlei Hinsicht biotechnologisch von großer Bedeutung.

## 10. Die Förderung der internationalen Nachhaltigkeit

### 10.1 Globale Krankheitsbilder und Agrarwende

Von einer internationalen Nachhaltigkeit kann noch nicht die Rede sein, wenn die sogenannten „globalen Krankheitsbilder“ weiterhin bestehen. Oftmals handelt es sich dabei, um krisenhafte Mensch-Umwelt-Beziehungen. Übersicht über die „Krankheitsbilder“ des globalen Wandels:



1. Landwirtschaftliche Übernutzung marginaler Standorte
2. Raubbau an natürlichen Ökosystemen
3. Umweltdegradation durch Preisgabe traditioneller Landnutzungsformen
4. Nicht-nachhaltig industrielle Bewirtschaftung von Böden und Gewässern
5. Umweltdegradation durch Abbau nicht-erneuerbarer Ressourcen
6. Erschließung und Schädigung von Naturräumen für Erholungszwecke
7. Umweltzerstörung durch militärische Nutzung (vgl. Heinrichs/Michelsen 2014, S. 48-49)

Um eine Abkehr von diesen Krankheitsbildern zu erreichen, ist es wichtig, dass eine Agrarwende stattfindet. Diese richtet sich in erster Linie auf die Umschichtung von Agrarsubventionen aus. Dabei geht die Richtung weg von Preisstützungsmaßnahmen und Marktordnungen, hin zu „nicht-handelsverzerrenden“ Maßnahmen. Dadurch wird die landwirtschaftliche Unterstützung nicht nur abgebaut, sondern umgebaut und das Grundelement dafür stellt die sogenannte „Abkopplung“ dar. Das bedeutet, dass Subventionen von den Preisen, Produktionsmengen, Produktionsfaktoren und Produktionsauflagen abgekoppelt werden. Stattdessen kommt es dann in Form von Direktzahlungen den Landwirten als Einkommenshilfen zugute. Diese Abkopplung zieht, obwohl es ein Schritt die richtige Richtung ist, einige Probleme nach sich. Gefahren für die Umwelt entstehen beispielsweise, wenn die Abkopplung dazu führt, dass sich die Produktion komplett aus ganzen Bereichen zurückzieht. Das könnte dazu führen, dass benachteiligte Gebiete nicht mehr bewirtschaftet werden. (vgl. Worldwatch Institute 2003, S. 20-23)

Was die Agrarpolitik der Entwicklungsländer betrifft, so hat die Abkopplung hier keine Auswirkungen und ist irrelevant. Ihnen ist es nicht möglich ihre Landwirtschaft durch Subventionen zu unterstützen, da nur begrenzte finanzielle Ressourcen des Staates vorliegen. Es handelt sich dabei um eine Summe, die noch weniger als zehn Prozent des Produktionswertes der Landwirtschaft ausmacht. Den Entwicklungsländern stehen keine entsprechenden Handlungsalternativen zur Verfügung, da es versäumt wurde, ihnen äquivalente Schutz- und Förderrechte zuzubilligen. Somit wird einerseits die kapitalintensive Landwirtschaft in den Industrieländern vom Staat mit Subventionen in Milliardenhöhe unterstützt und andererseits werden der

kapitalarmen Landwirtschaft in den Entwicklungsländern die möglichen Förderinstrumente genommen. Das verschärft die bestehenden Ungleichgewichte zwischen Industrie- und Entwicklungsländern, weshalb neue Kriterien zur Gewährleistung der Handelsneutralität gefordert werden.

## 10.2 Nachhaltige und gerechte Lebensmittelstandards

Ein weiteres Element zur Sicherung der Nachhaltigkeit bezieht sich auf die Einführung bzw. Erhöhung von Standards auf unterschiedlichen Ebenen, wie z.B. bei Verbraucher- und Gesundheitsschutz, Tierschutz, Qualität, Umweltschutz und Regionalität. Die Landwirte müssen diese höheren Standards entweder durch gesetzliche Vorgaben oder durch staatlich geschützte Kennzeichnungen, erfüllen. Durch die Agrarwende in Europa entwickelte sich ein mächtiger Trend bei der Setzung von neuen und hohen Standards. Oftmals erhöhen die reichen Nationen die Ansprüche an die innere und äußere Gestaltung der Produkte, um die Umweltauswirkungen und ethischen Belange der Produktionsverfahren zu verbessern. Die Einführung der neuen und höheren Standards, hat für die Entwicklungsländer positive und negative Auswirkungen zur Folge. Positiv ist, dass sie von höheren gesellschaftlichen Schutzinteressen mitgenommen werden. Das ist beispielsweise für gesundheitliche Belange bei Nahrungsmitteln der Fall, hauptsächlich beim Einsatz gefährlicher importierter Risikotechnologien. Negative Auswirkungen zeigen sich dann, wenn Entwicklungsländer ungerechtfertigt ihre spezifischen Wettbewerbsvorteile verlieren oder wenn die Standards für ihre gesellschaftlichen Verhältnisse unangepasst sind. (vgl. Worldwatch Institute 2003, S. 20-25)

Im Hinblick auf die tropischen Erzeugnisse hat das ITC insgesamt 156 Standardinitiativen erfasst, wovon 80 der Agrar- und Lebensmittelbranche zuzuordnen sind. Die meisten Standards aller Wirtschaftsbranchen tauchen in der Ernährungswirtschaft auf. Von den Lebensmitteln sind etwa 70 % in der OECD im Angebot. Damit fallen sie unter einen sichtbaren oder unsichtbaren Qualitäts-, Sicherheits- oder Nachhaltigkeitsstandard. Die Primärproduktion,

welche sich auf die landwirtschaftlichen Aktivitäten bezieht, steht im Zentrum der Nachhaltigkeitsauflagen. Die produktspezifischen Nachhaltigkeitsstandards beziehen sich vor allem auf tropische Kulturen bzw. Erzeugnisse Kaffee, Kakao, Tee, Zuckerrohr, Früchte, Nüsse, Gewürze, Fisch und Gemüse. Durch den Bezug der globalen, privaten Standardinitiativen auf die tropischen Exportfrüchte für Märkte in den Industrieländern, kommt es zu folgenden Problemen bei der Nachhaltigkeit:

- Es kann zu einer Vernachlässigung der nationalen und regionalen Lebensmittelmärkte kommen, sowie die der lokalen Ernährungssicherung in den Herkunftsländern.
- Es besteht die Gefahr der Begrenzung auf nur ein Produkt, welches mit großer Wahrscheinlichkeit großflächig und in ökologisch kritischen Monokulturen angebaut wird (wie z.B. bei Baumwolle, Rohrzucker, Palmöl, Ananas, Tee oder Energiepflanzen).
- Die Standards stehen nicht im Mittelpunkt der agro-ökologischen Debatte, weil sie auch nicht das Konzept der Transformation der Agrarmethoden verfolgen. Sie setzen auf eine Standardisierung der konventionellen Landwirtschaft, welche auf industrielle Betriebsmittel ausgelegt ist. Der kontrollierte Agrarchemieinsatz gestaltet sich schwieriger als die Umstellung auf Biolandwirtschaft, je einfacher die Anbaubedingungen sind. Durch den Einsatz energieintensiver Methoden können landwirtschaftliche Nachhaltigkeit und Klimaschutz kaum verwirklicht werden.
- Es besteht die Gefahr, dass die ökonomische Stabilität der Bauernbetriebe durch extensive Verwendung zugekaufter Betriebsmittel gestört wird. Oftmals entsteht dadurch das Problem der Verschuldung.
- Der Anbau von Bioenergiepflanzen und proteinreichen Futtermitteln ist in den Entwicklungsländern ein umstrittenes Thema. Auch ein nachhaltiger Anbau von Ölpflanzen für Futter und Energie, widerspricht einer globalen Nachhaltigkeitsstrategie, da diese Produkte massenhaft exportiert werden.

Der Staat sollte sich nicht allein auf die Regulierung der Nachhaltigkeit durch die privaten Standardinitiativen verlassen. Deren Förderung kann dazu führen, dass die Kohärenz mit weiterführenden Zielen in den Hintergrund rückt. Es kommt nur zu einer Förderung, wenn die Hauptakteure der Lieferketten zufrieden gestellt sind. Das ist der Fall, bei Qualität und Sicherheit der Lebensmittel, sowie bei der Sicherung der stetigen Produktionskapazitäten. Somit stehen die gesamtwirtschaftlichen oder globalen Nachhaltigkeitsziele nicht auf der Agenda der privaten Standardinitiativen und bleiben deshalb außen vor. Aus diesen genannten Gründen, sollte sich die staatliche Unterstützung für Standards und Siegel nicht an privaten Interessen orientieren, sondern an den gesellschaftlichen. (vgl. GKKE-Schriftenreihe 2015, S. 25-26/43-44)

Die Umsetzung der Standards ist deshalb so wichtig, um aus globaler Sicht eine Einheit und Übersichtlichkeit zu schaffen, da vor allem im Lebensmittelbereich, über 400 von der Wirtschaft vorangetriebene, private Standards erfasst sind. Zielstellung ist es daher, dass Verbraucher in den Industrieländern diese Vielzahl an Auszeichnungen überblicken können und nicht durch diese verwirrt werden. Aus Verbrauchersicht ist die Bereitschaft für fair und nachhaltig gekennzeichnete Produkte nach wie vor hoch und sie wird in den nächsten Jahren weiter ansteigen. Allgemein gesehen, hat die zunehmende Globalisierung der Nahrungsmittelerzeugung zu einem sehr schnellen Wachstum von Siegeln und Standards beigetragen. Deshalb versucht der Lebensmittelhandel diese Nachfrage mit einer Vielzahl von Siegeln und Standards zu bedienen, da diese beim Verbraucher meist Vertrauen erzeugen. Da es jedoch häufig an richtiger Aufklärung mangelt, verliert derzeit jeder zweite Deutsche das Vertrauen in die Siegel. Daher wird es als Aufgabe angesehen, dieses fehlende Vertrauen durch entsprechende Maßnahmen wieder zurück zu gewinnen. Auch die Wirtschaft fordert inzwischen verbindliche, staatliche Vorgaben, sowie die Errichtung eines ordnungspolitischen Rahmens für private Standards. Diese Thematik ist sehr komplex und an viele technische und regulative Details gebunden. Aber in Anbetracht des zunehmenden Klimawandels und des andauernden Hungers in vielen Teilen der Welt, müssen die Chancen und

Möglichkeiten, die private Lebensmittelstandards durchaus auch bieten, verstärkt und gefördert werden. Denn sie können mit entsprechender Anpassung und mit den erforderlichen Maßnahmen so flankiert werden, dass sie zu einer globalen und nachhaltigen Entwicklung beitragen können. (vgl. GKKE-Schriftenreihe 2015, siehe Vorwort)

### 10.3 Die Rolle der Umweltzeichen am Beispiel des Blauen Engels

Bereits im Jahr 1977 kam es zur Einführung des Umweltzeichens Blauer Engel. Beschlossen wurde es durch Vertreter von Bund und Ländern. Die Kennzeichnung steht für eine besondere Umweltfreundlichkeit. Durch die entsprechende Auszeichnung heben sich diese Produkte von vergleichbaren ab. Zielsetzung der Einführung war es, dass Verbraucher beim Einkauf verlässliche Informationen erhalten, wenn sie dabei die Umwelteigenschaften von Waren berücksichtigen wollen. Heute sind ca. 3.900 Produkte und Dienstleistungen von ungefähr 800 Zeichennehmern aus dem In- und Ausland mit dem Blauen Engel gekennzeichnet. Der Bekanntheitsgrad des Blauen Engels war Anfang der 90er Jahre noch hoch und entwickelte sich zum führenden Label, wodurch umweltfreundliche Artikel schnell erkannt wurden. Das Jahr 1992 war mit einem Wert von 65 % führend, wobei die Befragten der alten Bundesländer angaben, dass sie umweltfreundliche Produkte mit Hilfe des Blauen Engels erkennen und dieses auch als hilfreichstes Erkennungszeichen ansehen. In den darauffolgenden Jahren konnte dieser Wert, vor allem durch die vielfältige Konkurrenz, nicht mehr erreicht werden. Der Tiefpunkt wurde im Jahr 1998 erreicht, wo nur noch 48 % der Befragten in Gesamtdeutschland anführten, dass der Engel das hilfreichste Erkennungszeichen für sie sei. Ein Anstieg erfolgte jedoch noch einmal in den 2000er Jahren. Da kletterte der Wert wieder auf 55 % rauf. Doch allgemein herrscht eine gewisse Unübersichtlichkeit, durch konkurrierende und sich ergänzende Zertifikate. Deshalb nimmt seit dem Jahr 1993 der Anteil der Personen kontinuierlich ab, die den Blauen Engel als Indikator für Umweltfreundlichkeit anerkennen. Auch der Anteil der Personen, die beim Einkauf überhaupt auf das Zeichen achten, sinkt weiterhin ab.

Tabelle 5: Beachtung des Blauen Engels beim Kauf von Produkten

Jahr der Erhebung	93	94	96	98	00	02
Befragte Gesamt (Anteil in %)	53	52	47	44	40	39
Befragte West	59	57	51	47	43	43
Befragte Ost	29	29	31	32	29	24

Abschließend führen diese Zahlen zu der Interpretation, dass viele erst auf den Blauen Engel achten, wenn sie sich überhaupt für einen umweltfreundlichen Einkauf interessieren und dadurch Umweltaspekte eine Rolle spielen. (vgl. Grunenberg/Kuckartz 2003, S. 141-143)

## 11. Maßnahmen für eine umweltgerechte Entwicklung

Im Mittelpunkt der bisherigen Entwicklungspolitik steht das Industrialisierungsmodell der heutigen Industrieländer. Es beinhaltet mögliche Wege und Lösungen, um Bevölkerungs-, Rohstoff- und Umweltprobleme in den Griff zu bekommen. Außerdem ist es wichtig, dass sich die Länder des Südens aufholend entwickeln, wenn ein gleichzeitiges Wachstum in den Industriestaaten stattfindet. Es ist jedoch sehr schwer, diese Position aufrecht zu erhalten, da die Knappheit der globalen Ressourcen und die ungleiche Pro-Kopf-Verteilung weiterhin Bestand der aktuellen Situation sind. Dabei ist insbesondere auf die genetische Vielfalt der Tier- und Pflanzenwelt zu achten, da sie den nicht regenerierbaren Ressourcen zugeordnet werden. Für eine umweltgerechtere Entwicklung ist es daher notwendig, Veränderungen bei den internationalen Austauschbeziehungen vorzunehmen und eine neue Weltwirtschafts- und Sozialordnung herzustellen. (vgl. Spangenberg 1991, S. 153-154)

Die erste wichtige Maßnahme, um eine umweltgerechte Entwicklung zu erreichen, bezieht sich auf die Landwirtschaftszentrierung. Hierbei wird der Versuch gestartet, eine Lösung für die innerstaatlichen Verteilungsprobleme zu finden. Denn ohne die ausreichende materielle Mindestsicherung, ist ein

umweltgerechtes Verhalten nicht möglich. Um diese ausreichende materielle Mindestsicherung zu erreichen, ist es im ersten Schritt notwendig, dass eine ausreichende Versorgung mit Nahrungsmitteln gewährleistet werden kann. Durch Effektivierung und soziale Gestaltung soll eine optimale Verteilung der Nahrungsmittel im Lande erreicht werden. Aber auch die Erhöhung des bereits verfügbaren Volumens spielt eine entscheidende Rolle, vor allem wenn es um Eiweiß aus einheimischer landwirtschaftlicher Produktion geht. Die oberste Zielstellung besteht darin, die eigene Ernährungsbasis zu sichern. Danach besteht das nächste Ziel in der Aufhebung der Importabhängigkeit und der Verhinderung von Landflucht, Verstädterung und Verslumung. Bei der zweiten Maßnahme handelt es sich um die Bodenreform, wobei eine gerechtere Verteilung des Bodens die zentrale Voraussetzung dafür ist. Dadurch kann die Landflucht aufgehalten werden und sie stellt ein noch viel wichtigeres Mittel bei der Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktivität dar. In der heutigen immer dichter bevölkerten Welt, ist die Vielfalt der Lebewesen von sehr großer Bedeutung. Diese Vielfalt muss selbst die Landwirtschaft umsetzen und sich ihrer produktiv bedienen. Der langfristige Erhalt der Bodenfruchtbarkeit kann durch den Verzicht der Chemisierung erzielt werden. Unter Einsatz von Großgeräten, kommt es zur Erhöhung der Produktivität in Klein- und Mittelbetrieben. Die Mittel dafür sind:

- Mischkulturanbau,
- Agroforstwirtschaft,
- Auswahl und Vielfalt angepasster Sorten,
- Organische Düngung,
- Integrierte Tierhaltung,
- Kompost- und Mulchdüngung,

Wenn über die Jahre hinweg viele Früchte in einer Fruchtfolge angebaut werden, dann ist das Menü an Bodenorganismen aus Wurzel- und Pflanzenresten eine sehr abwechslungsreiche Nahrungsquelle. (vgl. Spangenberg 1991, S. 156/161-162)

## **12. Weitere Maßnahmen und Perspektiven zur Sicherung der Lebensmittelressourcen**

Allgemein gilt es zu verhindern, dass das Wohlbefinden der Menschen, durch zunehmende ökologische Schäden, langfristig sinkt. Deshalb besteht das Hauptziel darin, die Lebensmittel zukünftig umweltverträglicher zu produzieren und zu konsumieren. Die Umweltbilanz kann zuerst durch den Verbraucher selbst deutlich verbessert werden, in dem ein geringerer Fleisch- und Fischkonsum, sowie der Genuss von saisonalen und regionalen Lebensmitteln verstärkt beachtet und angewandt wird. Ebenso zu beachten ist ein haushälterischer Umgang mit den Lebensmitteln. Auch die Produktionsseite kann einen entsprechenden Beitrag leisten, wenn z.B. der ökologische Landbau ausgeweitet wird, wenn regionale Wirtschaftskreisläufe gestärkt werden und eine multifunktionale Land- und Lebensmittelwirtschaft aufgebaut wird. Eine Einsparung von erheblichen Mengen an Energieemissionen und Verpackungsmaterial kann erreicht werden, wenn Agrarbetriebe mit ihren Produkten mehrere Anlaufstellen der gleichen Region beliefern. Eine zusätzliche Förderung der Regionalisierung würde erreicht werden, wenn die ökologischen und sozialen Kosten der Lebensmittelproduktion in den Endpreis eingehen.

Auf ernährungsökologischer Ebene steht die Entwicklung von nachhaltigen Landbewirtschaftungssystemen im Vordergrund. Die etablierte Agrarökologie, als integrativer Ansatz, bezieht soziale, kulturelle und ökonomische Aspekte mit ein. Der Bereich der Umweltforschung deckt die Entwicklung der sozial-ökologischen Forschung ab. Weiterhin besteht der Anspruch die Ernährungswissenschaft zu einer integrativen Wissenschaft zu entwickeln. Der substantielle Gegenstand der Ernährungsökologie liegt bei der Identifikation und Entwicklung von methodischen Elementen für entsprechende Ernährungsforschung und Problemlöseprozesse. Die zukünftige Aufgabe besteht darin, ein spezifisches Design für ernährungsökologische Problemprozesse, im Umgang mit Komplexität und Integration des Wissens, zu entwickeln.



Ebenso im Fokus stehen der Bildungsbereich und die Rolle des Staates. Dieser hat seine Fürsorgepflicht zu erfüllen und muss Themen wie Eigenverantwortlichkeit und Nachhaltigkeit stärker als zuvor berücksichtigen. Das komplexe Zukunftsthema um die globale Perspektive, einschließlich der Krisenpotentiale Wasserknappheit und Bodenerosion, soll künftig erweitert werden. Damit in Zukunft ein gesundheitsbewusstes Ernährungsverhalten erreicht werden kann, müssen die Akteure Staat, Bildung/Aufklärung, Lebensmittelhandel und Forschung ineinander greifen. Eine zielgruppengerechte Verbraucherbildung und –aufklärung ist dabei unumgänglich. Der Entwurf eines übergeordneten Handlungskonzepts muss die unterschiedlichen Bereiche vernetzen und gemeinsame Ziele national und eingegliedert in die EU formulieren. (vgl. Ploeger et al.2001, S.377/400/418)

### **13. Schlussfolgerung und Zusammenfassung**

Das Zusammenwachsen Europas hat eine zunehmende Vergleichmäßigung der Ernährung, sowie der Verteilung des Wohlstandes zur Folge. In Anlehnung daran, bestehen noch immer bedeutende Unterschiede in den regionalen Verzehrsgewohnheiten. Als Beispiel hierfür ist die italienische Bevölkerung zu erwähnen, da sie viel mehr zu einer gesunderhaltenen Kost neigen als die deutsche Bevölkerung. Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus der Ernährungswissenschaft, hat Deutschland bei der richtigen Lebensmittelauswahl zur allgemeinen Gesunderhaltung noch Potential. (vgl. Forschungskreis der Ernährungsindustrie 1996, S. 24)

Die folgenden Tendenzen zur Ernährungssituation der Deutschen, auch in Bezug auf den Lebensmittelverbrauch, sind jedoch positiver als angenommen. Aktuelle Daten für den Verbrauch an Lebensmitteln:

- die letzten Jahre zeigen nur wenig Veränderungen beim Konsum von Getreideprodukten (vor allem Weizen)

- der Kartoffelverbrauch war bisher vor allem in den alten Bundesländern stark rückläufig, seit den 80er Jahren liegt eine Stagnation dieser Entwicklung vor
- der Aufwärtstrend beim Gemüseverzehr hat sich abgeschwächt
- einen steigenden Trend hat der Frischobstverbrauch zu verzeichnen
- beim Verbrauch der Frischmilcherzeugnisse ist eine leichte Aufwärtstrend erkennbar
- der Anstieg des Geflügelfleischverbrauchs hält an
- die Tendenz zu einem höheren Fischverbrauch hat sich verstärkt
- der Abwärtstrend beim Zucker hält an (vgl. Bergmann 1999, S. 65-66)

Zusammenfassend ist zu sagen, dass bis zum Jahr 2050 die Ernten, aufgrund von Umweltschäden, zwischen fünf und 25 % hinter der Nachfrage liegen werden. Das bedeutet, dass durch Ernteauffälle, steigende Energiepreise und teure Düngemittel im Jahr 2050 die Lücke zwischen Lebensmittelangebot und –nachfrage bei 25 % liegen könnte. Das hat zur Folge, dass Lebensmittelpreise ansteigen, landwirtschaftliche Flächen noch intensiver genutzt und weitere Agrarflächen erschlossen werden, wodurch sich die ökologischen Probleme noch verschärfen. Deshalb müssen vor allem die früh industrialisierten Länder wesentlich ökologischer produzieren und konsumieren.

Der größte Umweltsünder ist der Landwirtschaftsbereich und dabei steht hauptsächlich die Viehhaltung im Vordergrund, da darauf 18 % der vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen entfallen. Weltweit gibt es ca. vier Milliarden Nutztiere, welche immer größere Weideflächen und Süßwasservorkommen benötigen. Die Viehhaltung nimmt aktuell 30 % der weltweiten Landfläche in Anspruch. Von den Umweltschäden sind vorwiegend die Bevölkerungen der armen Länder betroffen, sowie die nachwachsenden Generationen. (vgl. Ploeger et al. 2011, S. 376-377)

Vor dem Hintergrund, dass fossile Rohstoffe endlich sind und die Umweltzerstörungen zunehmen, bedarf es solcher Lösungsansätze, wie die der alternativen und umweltverträglichen Energie- und Rohstoffquellen. Dazu zählen unter anderem die nachwachsenden Rohstoffe. Es sind aus landwirtschaftlicher Produktion stammende organische Rohstoffe, die nicht als

Nahrungs- oder Futtermittel verwendet werden. Die Unterschiede bestehen in der energetischen Nutzung einerseits, z.B. in Form von Biokraftstoffen und der stofflichen Nutzung andererseits, z.B. die Herstellung von Biomaterialien. Die nachwachsenden Rohstoffe decken eine große Bandbreite ab. Es geht von der Entwicklung der Anbaufläche verschiedener Energie- und Industriepflanzen über die Produktionsmenge von Biokraftstoffen bis hin zur Verwendung von Biopolymeren. Damit sind sie vielfältig und in verschiedenen Bereichen einsetzbar, weshalb sie einer weiterführenden Entwicklung und Erforschung bedürfen. (vgl. statista b)

Die nachwachsenden Rohstoffe bieten nur dann wirtschaftliche Erfolgsaussichten, wenn die komplexen Syntheseleistungen der Pflanzen erschlossen werden. Darauf aufbauend kann eine Herstellung von konventionell oder biotechnologisch neuen Produkten erfolgen. Die Nachfrage der Industrie nach wachsenden Rohstoffen aus der dritten Welt, die Flächenkonkurrenz zum Nahrungsmittelangebot und das begrenzte Produktionspotential tropischer Böden zeigt jedoch die Grenzen einer möglichen Rohstoffproduktion auf. (vgl. Spangenberg 1991, S. 150)

Abschließend ist zu sagen, dass ein Ende des Welthungers möglich ist, wenn in Zukunft folgende Maßnahmen umgesetzt werden können:

- Durch Saatgut mit verlängerter Wachstumsaison, sind mehrere Ernten im Jahr möglich.
- Der Einsatz von klimaresistenten Nutzpflanzen, damit der Wachstumsertrag durch Hitze, Kälte, Feuchte usw. nicht beeinträchtigt wird.
- Der Gebrauch von neuen Saatgutrasen mit einer Resistenz gegen extreme Umweltbedingungen.
- Die schädlingsbedingten Verluste vor und nach der Ernte verhindern.
- Eine Optimierung von Nährstoffgehalt und Ertrag der Ernte.
- Die bisher nutzlose Biomasse durch mikrobiologische Veränderung in Nahrung umwandeln.
- Die Produktion von neuen Nahrungsmitteln und synthetischen Geschmacksstoffen

- Die Herstellung von biotechnologisch erzeugten Substitutionsprodukten für bislang in Plantagenkulturen erlangte Stoffe.
- Durch den Einsatz von gentechnologisch erzeugten Höchstleistungssorten, kann eine Optimierung der Erträge erreicht werden.

Um zukünftig eine Sicherstellung der Welternährung zu gewährleisten, bedarf es langfristig einer größeren Mannigfaltigkeit der Anbaupflanzen, die aufgrund ihrer Vielfalt eine ausgewogene Ernährung begünstigen. (vgl. Spangenberg 1991, S. 133-134/144)

## 14. Literaturverzeichnis

Bergmann, Karin: Industriell gefertigte Lebensmittel - Hoher Wert und schlechtes Image? Berlin, Heidelberg: Springer Verlag 1999.

Berlin – Institut für Bevölkerung und Entwicklung: Die demografische Zukunft von Europa. URL [http://www.berlin-institut.org/fileadmin/user\\_upload/Studien/Kurzfassung\\_Europa\\_d\\_sicher.pdf](http://www.berlin-institut.org/fileadmin/user_upload/Studien/Kurzfassung_Europa_d_sicher.pdf), gesehen am 16.08.16.

Bundesministerium für Bildung und Forschung: Pflanzen als Rohstoffe für die Zukunft. URL <https://www.biotechnologie.de/BIO/Redaktion/PDF/de/Broschueren/rohstoff-pflanze,property=pdf,bereich=bio,sprache=de,rwb=true.pdf>, gesehen am 28.10.16

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Förderprogramm und Forschung. URL [http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachwachsende-Rohstoffe/NaRo-Forschung/\\_texte/FoerderprogrammNaWaRo.html](http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachwachsende-Rohstoffe/NaRo-Forschung/_texte/FoerderprogrammNaWaRo.html), gesehen am 13.09.16.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Neue Produkte – Stoffliche Nutzung. URL [http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachwachsende-Rohstoffe/NachwachsendeRohstoffe-Stoffliche-Nutzung/\\_texte/QuellenRohstoffwandelweb15.html](http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachwachsende-Rohstoffe/NachwachsendeRohstoffe-Stoffliche-Nutzung/_texte/QuellenRohstoffwandelweb15.html), gesehen am 14.09.16.

Deutscher Bauernverband: Ressourcenschutz in der Land- und Forstwirtschaft. URL [www.bauernverband.de/22-forstwirtschaft](http://www.bauernverband.de/22-forstwirtschaft), gesehen am 25.09.16

Diepenbrock, Wulf / Ellmer, Frank / Leon, Jens: Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer 2005.

Eggersdorfer, Manfred / Warwel, Siegfried / Wulff, Günter: Nachwachsende Rohstoffe - Perspektiven für die Chemie. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft mbH 1993.

Endres, Alfred / Querner, Immo: Die Ökonomie natürlicher Ressourcen. 2. Auflage Stuttgart: Kohlhammer 2000.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (a): Überblick. URL  
<http://www.fnr.de/nachwachsende-rohstoffe/ueberblick/>, gesehen am 30.08.16.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (b): Pflanzen für Industrie und Energie. URL  
[https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/p/f/pflanzen\\_fuer\\_industrie\\_und\\_energie.pdf](https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/p/f/pflanzen_fuer_industrie_und_energie.pdf), gesehen am 06.09.16

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (Hrsg.): Impulsgeber moderner Lebensmittelproduktion. Bonn: 1996.

Franke, Gunther: Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer 1994.

Frankfurter Allgemeine Wirtschaft: Der Zuckerkonsum wächst. URL  
[www.faz.net/aktuell/wirtschaft/-in-zahlen/grafik-des-tages-der-zuckerkonsum-waechst-13683269.html](http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/-in-zahlen/grafik-des-tages-der-zuckerkonsum-waechst-13683269.html), gesehen am 02.10.16

GKKE-Schriftenreihe: Plädoyer für gerechte und nachhaltige globale Standards. Bonn, Berlin: Gemeinsame Konferenz Kirche und Entwicklung 2015.

Grunenberg, Heiko / Kuckartz, Udo: Umweltbewusstsein im Wandel. Opladen: Leske + Budrich 2003.

Heinrichs, Harald / Michelsen, Gerd (Hrsg.): Nachhaltigkeitswissenschaften. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag 2014.

Johannes Gutenberg-Universität: Tropische Nutzpflanzen. URL  
<http://www.botgarten.uni-mainz.de/178.php>, gesehen am 27.07.16.

Lutzenberger, Jose / Gottwald, Franz-Theo: Ernährung in der Wissensgesellschaft. Frankfurt/Main, New York: Campus Verlag 1999.

Ploeger, Angelika / Hirschfelder, Gunther / Schönberger, Gesa: Die Zukunft auf dem Tisch – Analysen, Trends und Perspektiven der Ernährung von morgen. 1. Auflage Wiesbaden: VS Verlag 2011.

Rennings, Klaus / Hohmeyer, Olav (Hrsg.): Nachhaltigkeit. 1. Auflage Baden-Baden: Nomos 1997.

Research Gate: Neue Synthese mit Ölen und Fetten als nachwachsende Rohstoffe für die chemische Industrie. URL [https://researchgate.net/publication/250417458\\_Neue\\_Synthesen\\_mit\\_Olen\\_und\\_Fetten\\_als\\_nachwachsende\\_Rohstoffe\\_fur\\_die\\_chemische\\_Industrie](https://researchgate.net/publication/250417458_Neue_Synthesen_mit_Olen_und_Fetten_als_nachwachsende_Rohstoffe_fur_die_chemische_Industrie), gesehen am 06.10.16

Schätzl, Ludwig: Wirtschaftsgeographie der Europäischen Gemeinschaft. Paderborn: Verlag Ferdinand Schöningh 1993.

Spangenberg, Joachim: Umwelt und Entwicklung-Argumente für eine globale Strategie. Marburg: Schüren Presseverlag 1991.

Stahl, Alexandra: Weltbevölkerung braucht Ressourcen von drei Erden. URL <https://www.welt.de/wissenschaft/article13809375/Weltbevoelkerung-braucht-Ressourcen-von-drei-Erden.html>, gesehen am 14.08.16.

Statista (a): Verteilung der Weltgetreideproduktion im Jahr 2011/2012 nach Getreidearten. URL <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/165631/umfrage/anteile-am-weltgetreideverbrauch/>, gesehen am 27.07.16.

Statista (b): Marktdaten zu nachwachsenden Rohstoffen. URL <http://de.statista.com/statistik/kategorien/kategorie/7/themen/789/branche/nachwachsende-rohstoffe/> gesehen am 11.09.16.

Strehlow, Karen: Agrarstrukturwandel und agrarpolitische Krisenbewältigung in Deutschland. 1. Auflage Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft 1992.

Stula, Sabrina / Linz, Kathrin: Demografischer Wandel in Europa – Überblickspapier zur Europäischen Union. URL <http://www.beobachtungsstelle->

[gesellschaftspolitik.de/uploads/tx\\_aebgppublications/Arbeitspapier\\_4\\_BEO\\_Demografischer\\_Wandel\\_UEberblick.pdf](https://gesellschaftspolitik.de/uploads/tx_aebgppublications/Arbeitspapier_4_BEO_Demografischer_Wandel_UEberblick.pdf), gesehen am 16.08.16

Worldwatch Institute (Hrsg.): Zur Lage der Welt. 1. Auflage Münster: Verlag Westfälisches Dampfboot und Heinrich-Böll-Stiftung 2003.



## **Selbstständigkeitserklärung**

### Erklärung

Ich, Kristina Poppe, versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe.

Bernburg, den 10.11.2016

---

